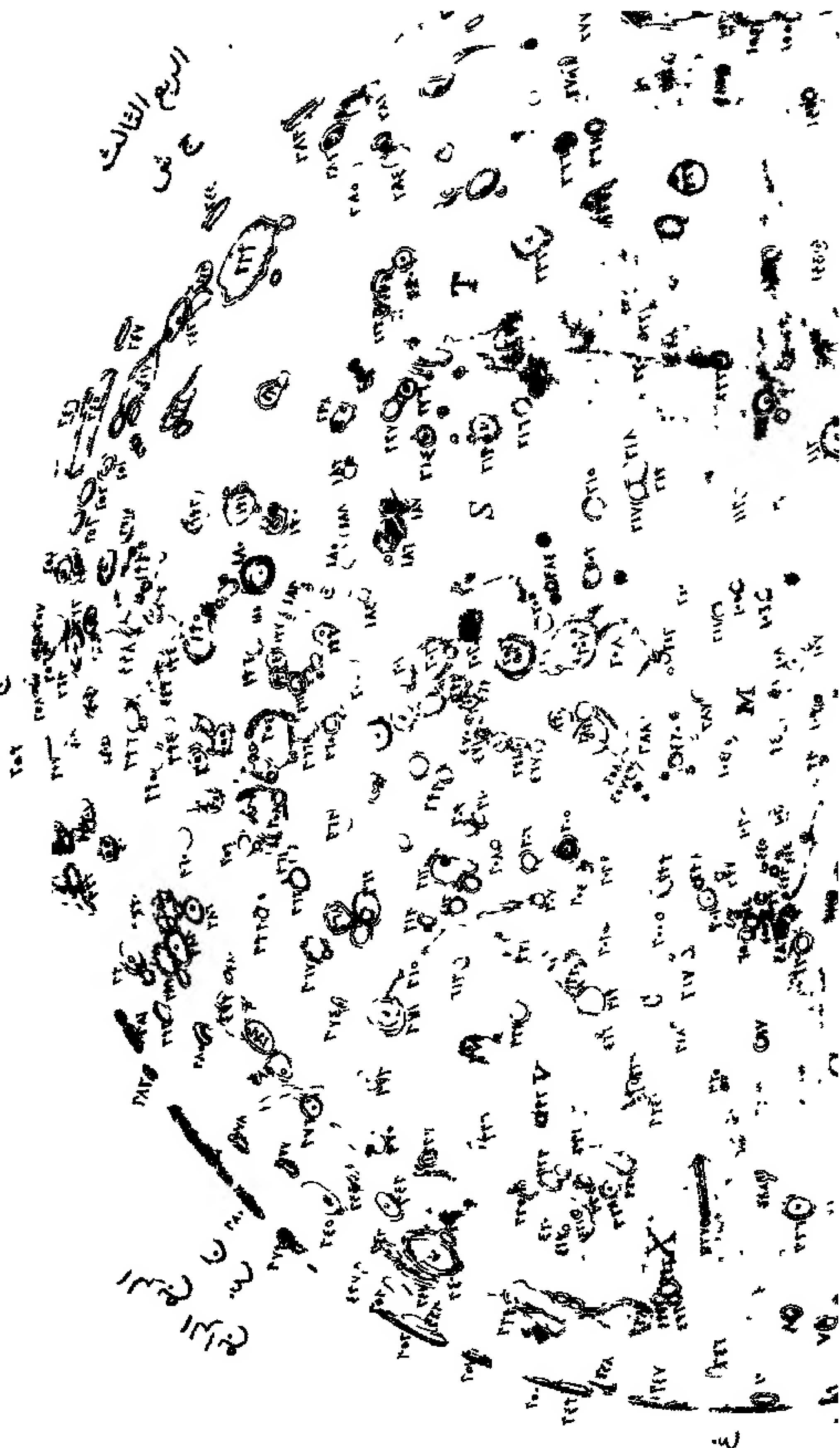


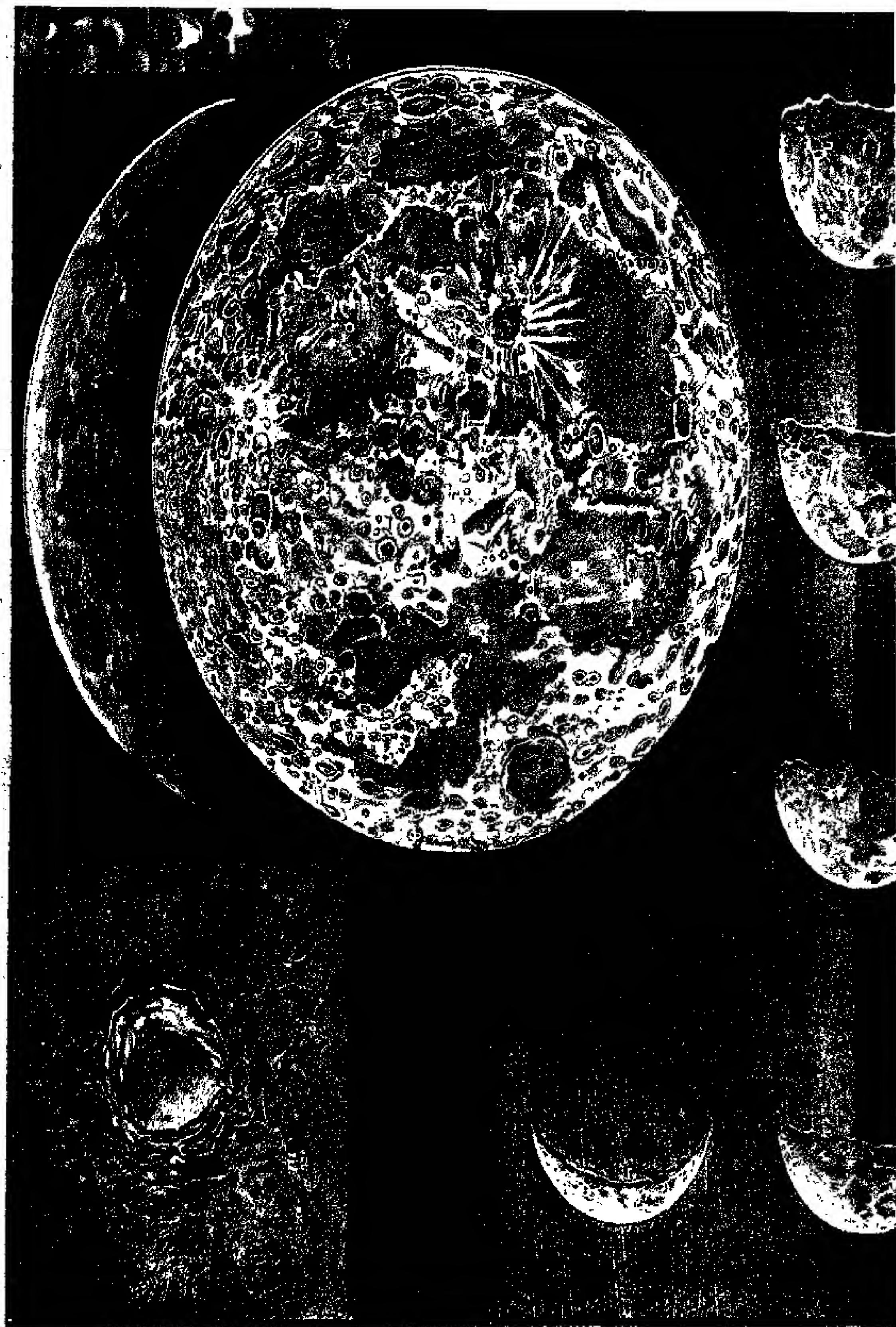
الربيع الثالث

الصورة الثالثة





اسم
نفس
الاول



احرف الالمجدية اليونانية

كثيراً ما تُستعمل هذه الاحرف للدلالة على كميات معروفة او مجهولة لاجل تسهيل العمل
فاقتضي رسمها هنا لافادة من يحتاج اليها

nu	ν	ن
xi	ξ	
omikron	\omicron	أ
pi	π	پ
ro	ρ	ر
sigma	σ	س
tau	τ	ت
upsilon	υ	ا
phi	ϕ	ف
chi	χ	خ
psi	ψ	پس
omega	ω	أو

alpha	α	ا
beta	β	ب
gamma	γ	ج
delta	δ	د
epsilon	ϵ	أ
zeta	ζ	ز
eta	η	ا
theta	θ	ث
iota	ι	اي
kappa	κ	ك
lamda	λ	ل
mu	μ	م

لأجل الاختصار قد اعتمد على اوصاف عبارة عن اسماء بعض الاجرام السماوية وحركاتها ومواقعها
وهذه هي الاوصاف ومعانيها

♄	الشمس	♈	استقبال
♅	القمر	♉	عقبة ساعة
♆	عطارد	♊	" نازلة
♇	الزهره	♋	درجات ، دقائق " ثواني قوس
♁	أو ة الارض	♌	س ساعات د دقائق ث ثواني وقت
♂	المرئخ	♍	برج الحمل
①	النجمات الى آخر عددها	♎	" الثور
②		♏	" الجوزاء
③		♐	المريطان
♋		♑	" الاسد
♌	المشتري	♒	" السنبلة
♍	زحل	♓	" الميزان
♎	اورانوس	♈	" القرب
♏	نبتون	♉	" الراعي
♐	اقتدان	♊	" الجدي
♑	تربيع	♋	" الدلو
		♌	" الحوتان

فهرست

صفحة

١

٢

المقدمة

حدود

الجزء الاول

الفصل الاول

١٢

في هيئة الارض وجرمها

الفصل الثاني

١٦

في الحركة اليومية

١٨

في الكرات المصطنعة

١٨

مسائل تحمل بالكرة الارضية

٢٢

مسائل تحمل بالكرة العاوية

الفصل الثالث

٢٤

في زاوية الاختلاف

٢٨

في الانكسار

٣٣

في التنقي

الفصل الرابع

٣٥

في الوقت

صفحة

٤٠

في الحساب السنوي

الفصل الخامس

٤٤

في بعض آلات الرصد

٤٩

عمليات

٥٨

في العرض الأرضي

٦٥

كيفية اصطناع المزاويل

٦٦

في هيئة الأرض وكثافتها

المجلد الثاني

٧٦

في النظام الشمسي

الفصل الأول

٧٧

في الشمس

٩١

النور البرقي

الفصل الثاني

٩٣

في حركة الشمس السنوية الظاهرة

٩٤

الفصول

٩٦

هيئة فلك الأرض

الفصل الثالث

٩٩

قواعد كبلر والجاذبية العامة

الفصل الرابع

١٠٧

مبادرة الاعتدالين

١٠٩

في الكون

١١٠

في انحراف النور

صفحة

الفصل الخامس

١١٣

في القمر

١١٦

أوجه القمر

١٢٤

سطح القمر

الفصل السادس

١٣٥

في اضطراب حركات القمر

الفصل السابع

١٤١

في الكسوف والخسوف

١٤٦

كسوف الشمس

الفصل الثامن

١٥٤

في الطول

١٥٦

في المدة والجذر

الفصل التاسع

١٥٩

في السيارات السنلى

١٦٧

فلكان

١٦٨

عطارد

١٧٣

الزهره

الفصل العاشر

١٧٨

في السيارات العليا

١٧٩

المرنج

١٨١

النجوم

١٨٥

المشتري

١٩٠

زحل

١٩٥

افار زحل

صفحة

١٩٨

اورانوس

٢٠٠

نبتون

الفصل الحادي عشر

٢٠٢

مبادئ افلاك السيارات

٢٠٦

معرفة اقدار الاجرام السماوية

٢٠٨

ثبوت النظام الشمسي

٢٠٨

نسبة مبادئ السيارات بعضها الى بعض

الفصل الثاني عشر

٢١٢

في النجوم المذنبية

٢١٩

النيازك او الشهب

الجزء الثالث

الفصل الاول

٢٢٦

في النجوم الثوابت

٢٢٦

اختلاف النجوم الثوابت

٢٣١

بعد النجوم الثوابت

٢٣٢

اسماء صور الثوابت

الفصل الثاني

٢٣٤

النجوم المزدوجة والثنائية والمتعددة

الفصل الثالث

٢٣٨

النجوم المتغيرة والموقفة وحركة النجوم

الفصل الرابع

٢٤١

في القنوان والسدام

صفحة

الفصل الخامس

٢٤٨

في المجر

٢٤٩

الراي السدي

الفصل السادس

٢٥١

الميكرومكوب في علم الهيئة

٢٥٤

طيف القمر والسيارات

٢٥٥

طيف النجوم الثوابت

مضافات

٢٥٦

في السماوات والايام والامايح الخ

٢٦٣

جداول مبادي السيارات

٢٦٨

قائمة نجوم مزدوجة

٢٧٤

قائمة نجوم متغيرة



مقدمة

(١) الاسترونوميا لفظة يونانية معناها قوانين النجوم والعرب يعتبرون علم الهيئة وهو علم موضوعه الاجرام السماوية والارض باعتبار كونها من جملة تلك الاجرام بالنسبة الى سائرها وقد انقسم الى وصفي وطبيعي وعلمي. اما الوصفي فهو ذكر ما يحدث في الاجرام المشار اليها من حركات ورؤى وغيرها مفردة ومجملة. واما الطبيعي فهو ما يبحث به عن علل تلك الحوادث وقواعدها. واما العلمي فهو ما يبحث به عن كيفية التوصل الى معرفة التسمين الاولين بالآلات والحسابات

(٢) ان علم الهيئة هو من اقدم العلوم واعتنى به منذ قديم الزمان الاشوريون والكلدانيون واهل فينيقيا ومصر والهند والصين وكان فيثاغوروس اليوناني معلم هذا الفن في مدرسة كروتونا في ايطاليا ق م ٥٠٠ ولم تعتبر تعاليمه مدة ٢٠٠٠ سنة الى ان احياها غاليليو وكوبرنيكوس في القرن الخامس عشر والسادس عشر. ومن اشهر مدارس هذا العلم عند القدماء مدرسة الاسكندرية التي انشأها الملوك البطلموسية وهناك اخترعت اول آلات لقياس الزوايا ومن اشهر معلميها الفيلسوف هيرخوس ق م نحو ١٥٠ وبطلموس ق م نحو ١٤٠ ألف كتابا في هذا الفن سماه المجسطي وكان عامد الاعتماد الى القرن الخامس عشر والسادس عشر حين قام كوبرنيكوس من بروسيا سنة ١٥٢٠ ونيخو براهي في ديناك سنة ١٥٨٢ وكبلر في جرمانيا سنة ١٦٥٤ وغاليليو في ايطاليا سنة ١٦٤٩ فاظهروا بطلان الآراء القديمة ووضعوا هذا العلم على اساس حقيقي متين. اما غاليليو فهو اول من استعمل النظارة في علم الهيئة وبها كشف عن حقائق كثيرة كانت مجهولة قبل عصي ثم بقرب غرة القرن الثامن عشر كشف اسحق نيوتون عن قواعد الجاذبية العامة التي تخضع لها جميع حركات الاجرام السماوية وأوضح تلك القواعد وثبتها لابلأس الفرنسي

(٣) ان القدماء اعتبروا هذا الفن بالاكثر للزعم بان لهم منه دلالة على المستقبل من الامور البشرية وان للاجرام السماوية تأثيرا في اجساد البشر وعقولهم ونصيبهم الدنياوي اولانها تدل على تلك الاشياء وكل ذلك باطل

(٤) لهذا العلم منزلة على ما سواه من العلوم من جراء عظمة موضوعه وتدقيق فحصه وعمومية

فوائد ولكن تحصيله عسر والزيادة على ما يُعلم منه اعسر وهو لم يبلغ الى حاله الحاضرة الا بعد اتعاب
جزيلة في قرون كثيرة

(٥) انه في شرح قواعد هذا العلم لا يمكن برهان كل قضية حالاً عند ذكرها كما في الهندسة
فيلزم المبتدئ ان ياخذ بعض الاشياء بالتسليم ثم بعد تقدمه قليلاً يتف على براهينها
(٦) نظام الهيئة الحقيقية هو نظام كوبرنيكوس واصوله هي

اولاً ان حركة الاجرام السموية الظاهرة اليومية من الشرق الى الغرب حاصله من حركة
الارض الحقيقية على محورها من الغرب الى الشرق يومياً

ثانياً ان الشمس انما هي مركز تدور حوله الارض وجميع السيارات من الغرب الى الشرق
خلاقاً لزعم القدماء بثبوت الارض في الوسط ودوران الشمس والنجوم حولها
(٧) ان في هذا المؤلف نتكلم اولاً في الارض ونسبتها الى ما سواها من الاجرام السموية وثانياً في
النظام الشمسي وثالثاً في النجوم الثوابت





حرم

- (١) الاجرام السموية * هي الشمس والقمر والنجوم وكل الاجرام النيرة الواقعة في النصف المهيطة بالارض ان ظهرت للنظر المجرد او للنظر المستعين بالآلات البصرية
- (٢) ظواهر الاجرام السموية * كل الاجرام السموية تتحرك بالظاهر من الشرق الى الغرب اي تشرق وتغرب راساً اقواس دوائر يمرورها من الشرق الى الغرب فتصعد في نصفها الشرقي وتغدر في نصفها الغربي وهذه الاقواس متوازية اكبرها ما يرسم فوق راس الناظر ومن تلك تتصاغر شمالاً وجنوباً الى ان تلاشي عند القطبين اذا كان الناظر على خط الاستواء . واذا كان الى شماله يربى بعض النجوم الى جهة الشمال تدور في دوائر حول نجم لا يتحرك سمي نجم القطب فالشمس والقمر وسائر الاجرام السموية تدور حول الارض بالظاهر مرة في كل ٢٤ ساعة وهذا الدوران سمي الدوران اليومي او الحركة اليومية
- (٣) سيارات ونوابت * اكثر النجوم الظاهرة في المقعر السماوي لا تتغير مواقعها بنسبة بعضها الى بعض فسميت نجومًا نوابت تميزاً بينها وبين بعض الاجرام القليلة العدد التي تنقل من موضع الى موضع فتري نارة بقرب هذا النجم او في تلك الصورة من النوابت واخرى بقرب نجم آخر او في صورة اخرى فسميت السيارات . فاذا راقبنا الشمس والقمر والسيارات نرى لما حركة بين النوابت من الغرب الى الشرق فتدور حول الشمس من الغرب الى الشرق في مددات مختلفة بين ثلاثة اشهر و ١٦٤ سنة
- (٤) الكرة المصطنعة * اذا صُوِّرت على ككرة صورة قارات الارض وما لكها وجواهرها وابحارها الخ بنسبة مواقع بعضها الى بعض فلنا كرة ارضية مصطنعة واذا صُوِّرت على كرة مواقع النوابت بنسبة بعضها الى بعض فلنا كرة سماوية مصطنعة
- (٥) خط الاستواء * اذا انقسمت كرة الارض الى شطرين شطرا في و شطر جنوبي فالخط الناصل بينهما دائرة عظيمة سُميت خط الاستواء لاسواء الليل والنهار عليه وكل دائرة تقسم الكرة الى شطرين متساويين هي دائرة عظيمة . واذا امتد سطح دائرة خط الاستواء الى المقعر السماوي بحيث دائرة عظيمة تقسم الى شطرين وتسمى تلك الدائرة خط الاعتدال او خط الاستواء السماوي

(٦) محور الأرض * محور الأرض هو الخط الذي تدور عليه دورانها اليومي
(٧) القطبان * هما نقطتا تقاطع المحور و سطح الكرة وسميا قطبي الأرض وقطبي خط الاستواء
تمييزاً بينهما وبين قطبي دائرة البروج. وإذا أخرج المحور الى جهتيه حتى يلاقي المقعر السماوي فالقطبان
القطبان السماويان ويقرب القطب السماوي الشمالي نجم سمي نجم القطب لدلالته على موقع القطب
الشمالي تقريباً وبما أن ذلك النجم قريب من القطب لا يرى له حركة يومية بالنظر المجرد ولكنه يدور
في دائرة صغيرة مرة كل ٢٤ ساعة وتقاس حركته بواسطة بعض آلات الرصد

(٨) دائرة البروج * هي الدائرة التي ترسمها الأرض في دورانها السنوي حول الشمس وهي
دائرة عظيمة سطحها مائل على سطح دائرة خط الاستواء ٢٣° ٢٧' ٢٤" وهي مقسومة الى ١٢
قسماً سمي كل قسم برجاً فكل برج ٣٠° ومن الابراج ستة واقعة الى شمالي خط الاستواء وهي الحمل والثور
والجوزاء والسرطان والاسد والسنبلة . وستة الى جنوبيه وهي الميزان والعقرب والرامي والجدي
والدلو والحوتين . اما الحمل والثور والجوزاء فسميت البروج الربعية لان الشمس تمر بها في فصل
الربيع اي بين ٢١ آذار و ٢١ حزيران واما السرطان والاسد والسنبلة فابراج الصيف لان الشمس
تمر بها بين ٢١ حزيران و ٢١ ايلول واما الميزان والعقرب والرامي فهي ابراج الخريف والشمس تمر
بها بين ٢١ ايلول و ٢١ كانون الاول واما الجدي والدلو والحوتان فهي ابراج الشتاء والشمس تمر
بها بين ٢١ كانون الاول و ٢١ آذار وهذه علامات الابراج

(١)	♈	الحمل	(٧)	♎	الميزان
(٢)	♉	الثور	(٨)	♏	العقرب
(٣)	♊	الجوزاء	(٩)	♐	الرامي
(٤)	♋	السرطان	(١٠)	♑	الجدي
(٥)	♌	الاسد	(١١)	♒	الدلو
(٦)	♍	السنبلة	(١٢)	♓	الحوت

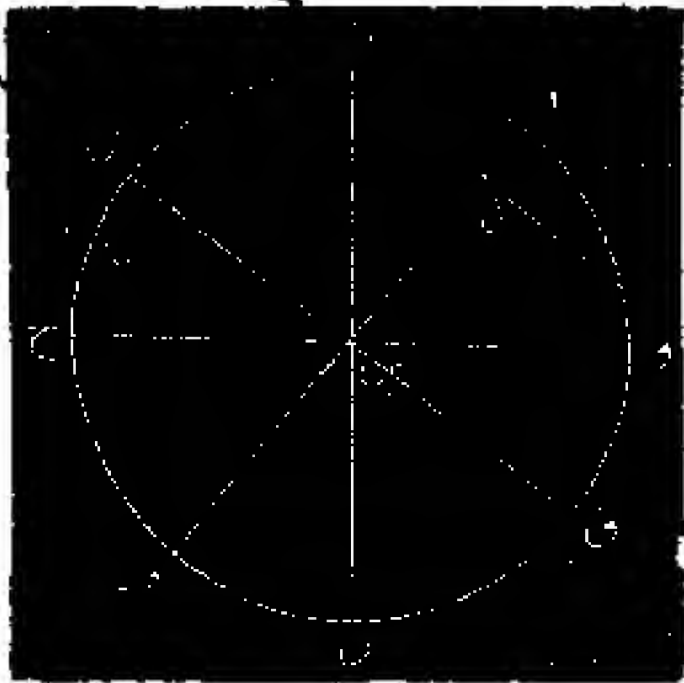
(٩) الدوائر المتوازية * هي دوائر توازي خط الاستواء وبما انها تقسم الكرة الى قسمين غير
متساويين سميت دوائر صغيرة تميزاً بينها وبين الدوائر العظام الماخية ذكرها وإذا رسمت على كرة
أرضية سميت دوائر العرض وإذا رسمت على كرة سماوية سميت دوائر الميل وهي ان كانت على
الأرض او في المقعر السماوي تصغر كلما بعدت عن خط الاستواء شمالاً او جنوباً حتى تتلاشى عند
القطبين

(١٠) اقسام الدائرة * كل دائرة كبيرة كانت او صغيرة تقسم الى ٣٦٠° والدرجة ٦٠' والدقيقة

٦٠" اما طول الدرجة فيختلف حسب اختلاف محيط دأمرها فالدرجة على خط الاستواء ٦٠ ميلاً ثم
تصغر لكل عرض بين صفر و ٩٠ الى ان ثلاثي عدد ٩٠ من العرض فاذا اردت معرفة الاميال
في درجة لاي عرض فريض فقل نسبة

١٠٠ : ٦٠ :: المطلوب : العرض (١)

وذلك يتضح من هذا الرسم (شكل ١) ليكن اف محور الارض وبق خط الاستواء وذل
دائرة من الدوائر المتوازية فيكون زي العرض وهي قياس الزاوية زسي ويس = ١٠٠ وذل نظير
جيب زسي و ١٠٠ زل = ٦٠ الاميال في درجة اذا كان
العرض زي فلو قيل كم ميلاً في درجة عدد عرض ٤٢ مثلاً
لفقل نسبة ١٠٠ =



شكل ١

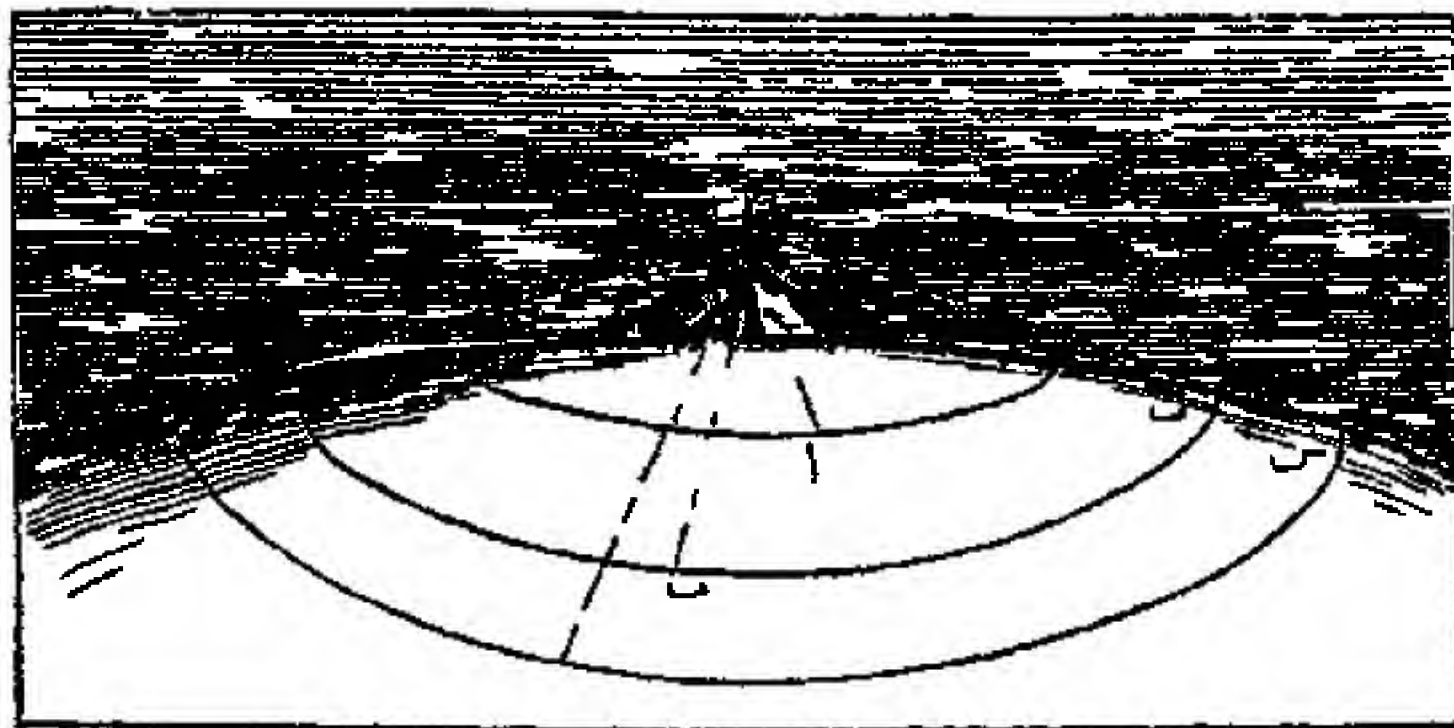
$$٨٧١.٠٧٣ = ٤٢$$

$$١٧٢٨١.٥١ = ٦٠$$

$$١٦٤٩٢٢٤ = ٤٤٠٩$$

(انظر الجدول العاشر من كتابي في العالم)

(١١) الافق * هو دائرة عظيمة تقسم الكرة والمقعر السماوي الى شطرا على و شطرا اسفل باعتبار
الناظر و سَي الافق الحقيقي تميزاً بينه وبين الافق الظري الذي هو دائرة صغيرة قطرها بالنسبة الى



شكل ٢

ارتفاع الناظر عن سطح الارض كما يتضح من شكل ٢ افق ناظر على السهل و ب افق من ارتفاع الى
ت و س افق من ارتفاع الى ص . اما الافق الحقيقي فسطحي يمر بمركز الارض وقطبة الاعلى سَي سميت
الرئيس او السميت وقطبة الاسفل سَي سميت القدم او نظير السميت وكل نقطة على سطح الارض افق

حقيقي مخصص بها وافق النقطة الواحدة ليس موافق نقطة اخرى كما يتضح عند التأمل وفي الكرة المصطنعة يقوم الافق الخشبي مقام الافق الحقيقي .

(١٢) المواجز * هي دوائر عظام عمودية على خط الاستواء تمر بالتقطين ومماحرة كل مكان هو خط نصف النهار لذلك المكان وتسمى مواجز لان الشمس اذا لحقت بها تبدي بالانحدار آخذة بهجر الارض ذلك اليوم وتسمى ايضا دوائر سورية لانها تقسم الوقت وخطوط الطول لانها تنصل من خط الاستواء ما يعدل طول المكان والمماحرة الاولى هي التي منها يحسب الطول شرقا ١٨٠ وكذا غربا

(١٣) منطقة الابراج * هي منطقة تمتد ٨ على جانبي دائرة الابراج فعرضها ١٦ وهي التي تسير فيها السيارات

(١٤) خط السرطان وخط الجدي والدائرة الشمالية والجنوبية * قد تقدم ان الافق الحقيقي ينقطع الكرة والمقعر السماوي الى نصف اعلى ونصف اسفل باعتبار الناظر فافق ناظر مقامة على خط الاستواء يمر بالتقطين واذا تقدم درجة واحدة نحو الشمال ينخفض افقه درجة تحت القطب الشمالي ويقتصر درجة عن الجنوبي وبالعكس لو تقدم درجة نحو الجنوب فيقال ان القطب يرتفع بما يعدل عرض الناظر والقطب الآخر ينخفض بما يعدل ارتفاع المرتفع ولو تقدم الناظر عن خط الاستواء ٩٠ لكان القطب فوق راسه وافقه يمر بخط الاستواء وقد تقدم ان دائرة البروج مائلة على خط الاستواء ٢٣ ٢٨ تقريباً فاذا رسمت دائرة نوازي خط الاستواء مارة بتلك النقطة من دائرة البروج التي هي ٢٣ ٢٨ عن خط الاستواء شمالاً فحدث دائرة سميت خط السرطان او جنوباً فدائرة سميت خط الجدي فالناظر القائم على خط السرطان يمر افقه تحت القطب الشمالي ٢٣ ٢٨ فاذا رسمت دائرة بينهما وبين القطب الشمالي ٢٣ ٢٨ فهي الدائرة الشمالية واخرى بينهما وبين القطب الجنوبي ٢٣ ٢٨ فهي الدائرة الجنوبية فتحدث من هذه الخطوط المناطق الخمس كما علمت من علم الجغرافية ونقطة ماسة دائرة البروج وخط السرطان في المدار الصيفي ونقطة ماسة دائرة البروج وخط الجدي سميت المدار الشتوي

(١٥) الدوائر المتسامية * هي المارة بسمت الراس عمودية على الافق فكها عظيمة والتي تمر بنقطة الافق الشرقية والغربية هي المتسامية الاولى والتي تمر بنقطتي تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء سميت المتسامية الاعتدالية والتي تمر بالمدارين سميت المتسامية المدارية

(١٦) الاعتدالان * هما الربيعي اي اول برج الحمل عند تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء وهو موقع الشمس في ٢١ آذار عند استواء الليل والنهار في الربيع والخريفي ١٨٠ عن الربيعي عند

تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء في أول برج الميزان وهو موقع الشمس في ٢١ ايلول عند استواء الليل والنهار في الخريف

(١٧) المداران * قد تقدم انهما ابعد دائرة البروج عن خط الاستواء وقد سمي ثماليهما مدار السرطان وجنوبيهما مدار الجدي وإنما سمي المداران لان الشمس اذا لحقتهما تقف قليلاً بالظاهر ثم كأنها تدور فتدور الى الجهة المتعاقبة شيئاً فشيئاً كل يوم فيبين المدار والمدار ١٨٠ من القوس وستة اشهر من الوقت

(١٨) الرؤية الدولية او الكرة العمودية * لناظر مقامة على خط الاستواء تكون الاقواس التي ترسمها الاجرام السماوية بحركتها اليومية عمودية على الافق ابداً فانها تصعد من الافق عمودية الى الهاجرة وتقدر من الهاجرة عمودية الى الافق وسميت هذه الرؤية رؤية دولية لمشاهيرها بحركة دولاب عمودي على سطح الارض

(١٩) الرؤية الرحوية او الكرة المتوازية * اذا كان مقام ناظر القطب يرى الاجرام السماوية ترسم دوائر توازي الافق وهذه الدوائر تصغر شيئاً فشيئاً من الافق الى سمت الراس والجرم الواقع في سمت الراس لا يتحرك وسميت رؤية رحوية لمشاهيرها بحركة حجر الرحي. واذا كان مقام الناظر القطب الشمالي لا يرى النجوم التي هي الى جنوبي خط الاستواء والتي الى شماليه لا تغيب عنه مطلقاً وبالعكس اذا كان مقام القطب الجنوبي وبما ان الشمس هي الى شمالي خط الاستواء نصف السنة والى جنوبيه النصف الآخر فالناظر من القطب يراها دائماً نصف سنة ولا يراها مطلقاً نصف سنة فتهاجرة سنة اشهر وليلة كذلك غير ان الظلام لا يكون تاماً ستة اشهر وذلك بسبب الانكسار كما سيأتي في محله الكرة الرحوية التامة لا ترى الا عند القطب ولم يبلغ احد اليه غير ان بعض السفن المرسلة للاكتشاف في الجهات الشمالية بلغت الى ما ينوف عن ٨٠ من العرض الشمالي

(٢٠) الرؤية الشمالية او الكرة المتوازية * لناظر مقامة بين خط الاستواء والقطب تكون الاقواس المرسومة بحركة الاجرام السماوية اليومية لا عمودية على الافق ولا متوازية له بل مائلة عليه اكثر او اقل حسب بعد الناظر عن خط الاستواء وسميت هذه الرؤية شمالية تشبيهاً بحالة السيف وارتفاع القطب يعدل عرض المكان ابناً

(٢١) الصعود المستقيم * هو الزاوية الحادة عند جرم سماوي بين خطين مرسومين منه احدهما الى الاعتدال الربيعي والآخر عموداً على خط الاستواء فالقوس من خط الاستواء الواقعة بين الاعتدال الربيعي والخط العمودي من الجرم عليه هي قياس الصعود المستقيم ويحسب ساعات ودقائق وثواني. وبما ان الارض تدور على محورها دورة كاملة ٣٦٠ في كل ٢٤ ساعة فتدور ١٥ في

كل ساعة لان $٢٦٠ + ٢٤ = ١٥$ اي $١٥ = ١$ و $١٥ = ١$ و $١٥ = ١$. فيقول صعود مستقيم الى ١٥ بضرب في ١٥ وتبدل العلامات ١٥ بالعلامات ١٥ فلو قيل حول ١٠ ١٢ ٣٠ الى ١٥ من القوس لقل $١٥ \times ١٠ = ١٥٠$

$$١٢ \times ١٥ = ١٨٠ = ٢$$

$$٣٠ \times ١٥ = ٤٥٠ = ٣٠$$

$$٣٠ \quad ٧ \quad ١٥٣$$

الجواب

ويعكس العمل اي نقول ١٥ الى ١٥ بالقسمة على ١٥ وابدال العلامات ١٥ بالعلامات ١٥ واذا فضل شيء بعد القسمة يضرب في ١٥ فيقول الى ١٥ والى ١٥ لان $١٥ = ١$ و $١٥ = ١$ فلو قيل حول ١٥٣ ٧ ٣٠ من القوس الى وقت لقل

$$١٥٣ + ١٥ = ١٠$$

$$١٢ \times ٤ = ١٢$$

$$٢٨ \times ٤ = ٢٨$$

$$٣ \times ١٥ = ٣٠$$

$$٣٠ \quad ١٢ \quad ١٠$$

الجواب

ولاجل تسهيل العمل قد وضعت الجدول الاول لتحويل ١٥ الى وقت والثاني لتحويل ١٥

الى قوس

(٢٢) الميل * هو بعد جرم عن خط الاستواء شمالاً او جنوباً وقياسه القوس من الهاجرة المارة به الواقعة بينه وبين خط الاستواء وما كان على خط الاستواء فلا ميل له فالشمس اذا دخلت برج الحمل او برج الميزان فلا ميل لها واذا دخلت برج السرطان او برج الجدي فهي على معظم ميلها اي ٢٨ تقريباً اما معظم ميل السيارات فتوقف على ميل دوائرها على دائرة البروج. اما ميل الثوابت فتختلف من صفر الى ٩٠ وميل النجم الثابت لا يتغير بخلاف الشمس والقمر والسيارات

(٢٣) البعد القطبي * هو ممتد الميل ابداً. فاذا تعين صعود جرم المستقيم وميله تعين موضعه

في المقعر السماوي

(٢٤) الطول * على الكرة السماوية هو عبارة عن بعد جرم عن الاعتدال الربيعي مقاساً على

دائرة البروج

(٢٥) العرض * العرض السماوي هو بعد جرم عن دائرة البروج شمالاً او جنوباً مقاساً على

دائرة عمودية على دائرة البروج فاذا عُرِفَ الصعود المستقيم والميل يُستعمل الطول والعرض واذا

عُرِفَ الطول والعرض يُستعمل الصعود المستقيم والميل فيتميز موقع جرم من طول وعرض كما يتميز من صعود المستقيم وميل. أما الطول الشمسي والعرض الشمسي فهما الطول والعرض لو نظير إلى جرم من مركز الشمس. والصعود المستقيم عند العرب هو المطلع والميل هو البعد عندهم

(٢٦) ارتفاع جرم * هو علو مركزه فوق الافق مقياساً على دائرة متسامتة

(٢٧) البعد السمتي * هو مقياس الارتفاع ابتداءً

(٢٨) السموت * هو القوس من الافق الواقعة بين متسامتة مارة بالجرم واقرب القطبين

(٢٩) المتطورات * هي دوائر صغيرة توازي الافق وتلاشي عند سمت الرأس

(٣٠) سعة جرم * هي القوس من الافق الواقعة بين متسامتة مارة بالجرم والنقطة الشرقية

عند شروق النقطة الغربية عند غروب

(٣١) زاوية الوضع * هي الزاوية المحاذية بين الهاجرة وخط موصل بين جرمين

(٣٢) فلك جرم * هو الطريقة التي يسلكها في السماء فلك سيار هو طريقة حول الشمس

وفلك قمر هو طريقة حول الجرم الذي هو تابعة

(٣٣) العقدة * هي نقطة تقاطع فلك ودائرة البروج فاذا كان الجرم متقدماً من الجنوب نحو

الشمال فنقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج هي عقدة الصاعدة واذا كان متقدماً من الشمال نحو

الجنوب فنقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج هي العقدة النازلة وبينها ١٨٠°

(٣٤) نقطة الرأس * هي اقرب نقطة من فلك إلى الشمس

(٣٥) نقطة الذنب * هي ابعد نقطة من فلك عن الشمس

(٣٦) الاقتران * اذا كان جرمان في جهة واحدة من السماء اي كانا على طول واحد فهما

في الاقتران

(٣٧) الاستقبال * اذا كان جرمان في جهتين متقابلتين من السماء اي كان بينهما من

الطول ١٨٠° فهما في الاستقبال

(٣٨) التربيع * اذا كان بينهما ٩٠° طولاً فهما في التربيع

(٣٩) تباین سيار * هو الزاوية المحاذية عند مركز الارض بين خطين احدها مرسوم الى

مركز السيار والاخر الى مركز الشمس

(٤٠) الصعود المتوارب * هو القوس من خط الاستواء الواقعة بين الاعتدال الربيعي وتلك

النقطة من خط الاستواء التي تشرق مع الجرم المقروض. وفضلة الصعود المستقيم والصعود المتوارب

سميت فضلة الصعودين او فضلة المطلقين

- (٤١) منطقة الظهور الدائم * هي تلك المنطقة حول القطب المرتفع التي لا تغيب نجومها عن الناظر و $\frac{1}{2}$ قطرها = عرض المكان أبدًا وعكسها منطقة الاختفاء الدائم . والنجوم التي لا تغيب سماها العرب النجّسان مثل الفرقدين وبنات نعش والقطب وغيرها
- (٤٢) النظام الشمسي * هو النظام المؤلف من الشمس والأجرام التابعة لها وهو ينقسم إلى أربعة

اقسام

- (١) الجرم المركزي الثابت بالنسبة إلى توابعه أكبر منها جميعها نوره ذاتي وهو شمسنا
- (٢) ستة تابع و٤١ تابعًا على مسافات متزايدة من الشمس تدور حولها في أفلاك لا تختلف كثيرًا عن دوائر وتسمى نورها من الشمس ويظهر لنا وهي تنقسم إلى ثلاث رتب
- الرتبة الأولى السيارات الصغار وهي الأقرب إلى الشمس واسماؤها عطارد والزهرة والأرض والمريخ
- الرتبة الثانية السيارات الكبار وهي الأبعد عن الشمس واسماؤها المشتري وزحل وأورانوس ونبتون
- الرتبة الثالثة هي النجّيمات وهي سيارات صغار موقع أفلاكها بين فلك المريخ وفلك المشتري وتنصل بين الرتبة الأولى والثانية وقد انكشف منها إلى الآن ١٢٢ نجّمة

- (٣) ثمانية عشر تابعًا للتوابع أي أقارن تابعة السيارات المذكورة للأرض واحد والمشتري أربعة وزحل ثمانية وأورانوس أربعة ونبتون واحد فالتوابع وتوابع التوابع تدور حول الشمس من الغرب نحو الشرق وعلى محاورها من الغرب نحو الشرق وأفلاكها مختلفة الميل على فلك الأرض أي على دائرة البروج

- (٤) تسعة نجوم مذنبية تدور حول الشمس في أفلاك متطاولة جدًا وقد عُرف نحو ٢٠٠ مذنب بعضها دارت حول الشمس في أفلاكها الزائدة الاستطالة في مذات طويلة حتى لم يحقق رجوعها ثانية بالفعل غير أن مذات بعضها محسوبة وبعضها تدور في أفلاك هذلولية الشكل فلا تعود إلى طريقها الأولى مطلقًا

ومن الأشياء التابعة النظام الشمسي النور البرقي وحلقات النيازك والشهب

- (٤٣) زاوية الاختلاف * هي الزاوية المحاذية عند جرم ساوي بين خط مرسوم إليه من سطح الأرض وآخر مرسوم إليه من مركزها فيقابلها عند الجرم إلى الأرض أو إلى فلك الأرض وسماها بيان كيفية استعمالها منفصلًا

- (٤٤) كل دائرة عظيمة تمر بقطب أخرى عظيمة تجعل مع الأولى زوايا قائمة والتي تمر بقطب الأخرى سميت ثناها أو ثانيتها

- (٤٥) الزاوية المحاذية على سطح كرة بتقاطع دائرتين عظمتين قياسها قوس دائرة عظيمة

اي اذا كان الناظر على خط الاستواء والجرم في خط الاعتدال تكون القوس العليا ٦ ساعات
ومدة الجرم فوق الافق تعدل مدته تحت الافق

ان كان ف > ل يكون ن ج ف > - ا وذلك غير ممكن فلا يستوفي الجرم شرط كون ز =
٩٠ اي اذا كان البعد القطبي اقل من عرض الناظر لا يلحق الجرم الافق بل يبقى في دائرة الظهور الدائم
وان كان ف = ل يكون ن ج س = - ا وس = ١٨٠ = ١٢ ساعة اي اذا كان العرض
والبعد القطبي متساويين لا يسقط الجرم تحت الافق بل يمس عند الهاجرة
وان كان ف < ل وف > ٩٠ فيجتزئ

ن ج س < ٠ ون ج س < - ا وس < ٩٠ وس < ٦ ساعات
اي كل جرم بين القطب المرتفع وخط الاعتدال قوسه العليا اطول من قوسه السفلى ومدته
فوق الافق اطول من مدته تحت الافق . وان كان ف < ل وف < ٩٠ فيجتزئ
ن ج س < ٠ ون ج س < ا وس > ٩٠ وس < ٦ ساعات

اي اذا كان الناظر على جانب خط الاستواء والجرم على الجانب الآخر منه تكون القوس العليا
اقصر من ٦ ساعات ومدة الجرم فوق الافق اقصر من مدته تحت الافق
ان كان ف = ١٨٠ - ل فيجتزئ ماس ف = - ماس ل ون ج س = ا وس = ٠ = ٠
اي اذا كان بين الجرم والقطب المنخفض ما يعدل عرض المكان لا يصعد الجرم فوق الافق بل
يمس عند الهاجرة واذا كان ف < ١٨٠ - ل يكون ماس ف < - ماس ل ون ج س < ا
وذلك محال اي اذا كان بعد الجرم عن القطب المنخفض اقل من عرض الناظر لا يصعد
الجرم الى الافق بل يبقى في دائرة الاختفاء الدائم

ضع في سمل كرة قطرها قدما ١٠٠٠ عن الشمس فتعبر عن عطارد حبة خردل في دائرة قطرها
١٦٤ قدما وعن الزهرة حبة حمص في دائرة قطرها ٢٨٤ قدما وعن الارض حبة حمص ايضا في
دائرة قطرها ٤٣٠ قدما وعن المريخ قطورة دهبوس في دائرة قطرها ٦٥٤ قدما وعن النجوم
حببات رمل في دوائر تختلف قطرها بين ١٠٠٠ و ١٢٠٠ قدما وعن المشتري برطقالة في دائرة قطرها
نصف ميل وعن زحل برطقالة اخضر في دائرة قطرها ٤٠ الميل وعن اورانوس حبة
عنب في دائرة قطرها اكثر من ميل ونصف ميل وعن
نبتون خوخة في دائرة قطرها
١/٢ ميل

الجزء الأول

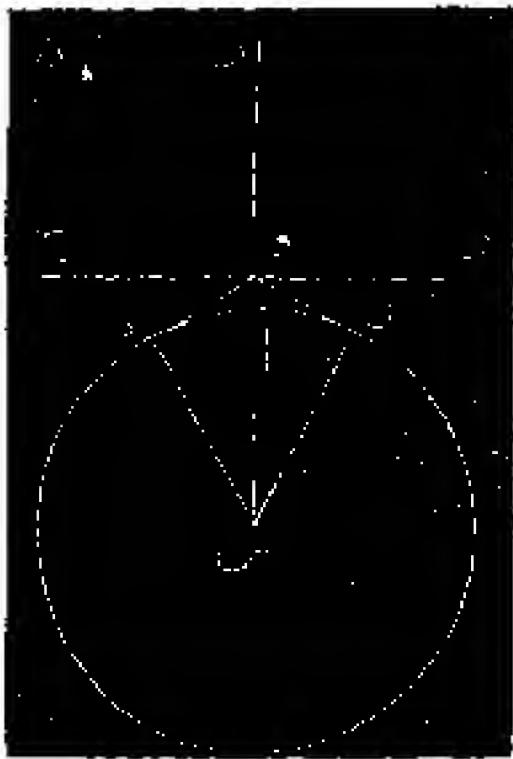
في الأرض

oooooooooooo

الفصل الأول

في هيئة الأرض وجرمها

(٨) هيئة الأرض هيئة شبه كروي وذلك يتضح أولاً من استدارة خيالها الواقع على القمر عند خسوفه وثانياً من مقايستها على بقعة السيارات التي نراها جميعاً كروية وثالثاً من أننا ننظر أعالي أشباح بعيدة قبل أسافلها ولو كانت أسافلها أكبر من أعاليها ورابعاً من انخفاض الأفق عند ارتفاع عين الناظر عن مساواة سطح الأرض (انظر شكل ٢ و ٤) وخامساً ان قوساً مفروضة على سطح الأرض تقس زاوية واحدة عند المركز تقريباً



شكل ٤

(٩) انخفاض الأفق هو ابتعاده الظاهر لناظر مرتفع عن مساواة سطح الأرض ويتضح ذلك من الشكل الرابع. فليكن أو علو جبل وزو خطاً عمودياً على سطح الأرض فان أخرج على استقامته ينتهي إلى المركز وليمكن حر عمودياً على زس فاذا أخرج إلى المقعر السماوي يقسمه إلى أعلى وأسفل كما تقدم (حد ١١) وليكن داي الجزء من سطح الأرض الظاهر عند وليمكن ود وي خطين مستقيمين من موضع الناظر إلى أفق الأرض أي ماسين لسطح الأرض وس د

أو س ي نصف قطر الأرض فتكون الزاوية حود أو روي انخفاض الأفق أما الزاوية زود أو زوي فتقاس بسهولة ثم ان طرح منها زوج أي قائمة تبقى حود أو تقاس س ود ثم اطرحها من القائمة س و ح فتبقى حود وهي المطلوبة. ثم اذا عرفنا س د أي نصف قطر الأرض نستعلم الضلعين س و ود ومن

المثلث دس و وممكننا وجد ان الخطوط الخارجة من والى الافق الى اية جهة كانت هي متساوية وينتج من ذلك ان حد النظر دائرة وذلك مما كان الارتفاع عن سطح الارض ولا يصح ذلك الا في سطح كروي

(١٠) ثم ان زاوية انخفاض الافق اي حود = وس د وتُستعمل لاي علو فُرض لانه في المثلث ودس لنا س د وس و والثالثة ودس. اجعل س ونصف قطر فتكون النسبة لاستعلام الزاوية وس د هنا

$$\begin{array}{l} \text{س و : اُفق :: س د : ن ج وس د} \\ \text{(انظر كتابي في حساب المثلثات النظرية الثانية صفحة ٦٧) فلنفرض او = ١٠٠ قدم ونصف} \\ \text{قطر الارض هو ٢٢٥٦ ميلاً = ٢٠٨٨٧٦٨٠ قدماً اي س و = ٢٠٨٨٧٢٨٠} \\ \text{اُفق} = ١٠٠٠٠٠٠ \\ \text{نسب ٢٠٨٨٧٦٨٠ = } ٧^{\circ} ٢١' ٩٨٩٠ \\ \hline ١٧^{\circ} ٢١' ٩٨٩٠ \\ \text{نسب ٢٠٨٨٧٢٨٠ = } ٧^{\circ} ٢١' ٩٨٩٢ \\ \hline \text{نظير جيب وس د = } ١٠ = ٩^{\circ} ٩٠' ٩٩٦٨ \end{array}$$

ويقتضي لذلك اصلاح قليل لسبب الانكسار الارضي فيصير $٥١' ٩'' =$ زاوية س او حود اذا ارتفع الناظر مئة قدم ثم بتعيين قيمات مختلفة للخط او من قدم واحد الى حد ما يشاء يُستعمل انخفاض الافق لاي علو فُرض. انظر الجدول الحادي عشر من كتابي في التماثيل فانه يفيد معرفة اصلاح اللازم لاستعلام ارتفاع جرم سماوي فوق الافق الحقيقي متى كانت الآلة المستعملة مرتفعة عن سطح الارض مثالة (شكل ٤) ليكن ن نجما مطلوب ارتفاعه فوق الافق الحقيقي ح و ارتفاعه بالقياس بالزاوية ن ود وليكن $٦٠'$ مثلاً ولنفرض ارتفاع الآلة $٢٠'$ قدماً فنحسب الجدول يجب ان تُطرح $٤' ٤''$ من $٦٠'$ فيبقى $٥٥' ٥٥'' =$ ارتفاع النجم فوق الافق الحقيقي

ثم بعكس العمل المذكور يُستعمل ارتفاع مكان فوق مساواة سطح البحر اذا فُرضت زاوية انخفاض افق. فلنا في المثلث ودس الضلع دس والزوايا س ود دس وس و ومنها نستعمل الضلع س و ثم اطرح من س ونصف قطر الارض اي س ا فيبقى او اي ارتفاع المكان عن مساواة البحر والنسبة هي هنا

$$\begin{array}{l} \text{نظير جيب وس د : س د :: اُفق : س و} \\ \text{مسئلة . صعد سائح الى راس جبل ووجد زاوية انخفاض الافق ٢ فكم قدم علو الجبل} \\ \text{(الجواب ١٢٧٥٢ قدماً)} \end{array}$$

(١١) يكفي ما تقدم ذكره برهاناً على كروية الأرض وقد تأكد أيضاً أنها ليست كرة تامة بل هي مسطحة قليلاً من ناحيتي القطبين وقطرها القطبي أقصر من القطر الاستوائي بمقدور ٢٦ ميلاً فسميت الأرض شبه كرة (ع^١) وسماي الكلام بكيفية استعمال ذلك ان شاء الله

(١٢) قطر الأرض القطبي = $78^{\circ} 17'$ ميلاً والقطر الاستوائي = $79^{\circ} 25' 64''$ والمعدل $79^{\circ} 12' 4$ ومحيطها $24757^{\circ} 24$ وفي اصطناع كرة شبيهة بالأرض لا يُعَدُّ بارتفاع بعض اجزاء سطحها وانخفاض البعض لان أعلى جبالها لا يفوق خمسة أميال علواً أي $\frac{5}{7912} = \frac{1}{1582}$ من قطرها وأعنى البحر $\frac{10}{1000}$ من قطرها وذلك في كرة قطرها $\frac{1}{3}$ قدم يكون $\frac{1}{88}$ من قيراط

تنبيه. الفيراط $\frac{1}{17}$ من ذراع

(١٢) ان حسبنا الارض كرة تامة يتوصل الى معرفة قطرها بالنظر الى رأس جبل معروف ارتفاعه من الافق في البحر مثالة (شكل ٥) ليكن ب د جبلاً علوه = ت ولنفرض مقام الناظر عند ا فيترايا لة رأس الجبل في الافق ولنفرض الخط

اد = ب ميل ولفرض نصف قطر الارض اي اس = ك ثم (حسب اقليدس ك ا ق ٤٧)

$$ك + ب = (ك + ت) + ا \text{ اي } ك + ب = ك + ا + ت + ب$$

(٧) وبالمقابلة $\text{آت ك} = \text{ب} - \text{أ} - \text{ت} + \text{و ك} = \frac{\text{ب} - \text{أ} - \text{ت}}{\text{آ ت}}$

ثم لنفرض علو الجبل اے ب د ميلاً واحداً فيكون المخط ا د ا ي ب حسباً يُعلم من الامتحان
٨٩ ميلاً ثم بالتعويض

$$\frac{ب-ث}{آث} = \frac{1-(\frac{1}{89})}{2} = \frac{1-7921}{2} = 2960 = \text{نصف قطر الارض وقطرها} = 7920 \text{ ميلا}$$

(١٤) لنا واسطة اخرى لاستعلام قطر الارض قد استعملت منذ قديم الزمان وهي ان تقاس على سطح الارض درجة من العرض فيؤخذ لذلك مكانان احدهما الى شمالى الآخر وعرضها معروف ولنفرض فضلة عرضها $1^{\circ} 30'$ ثم لنفرض المسافة بينهما بالقياس $102^{\circ} 5$ اميال ثم لان كل دائرة = 260° لنا هذه النسبة

$$\text{محيط الارض} = 24840 : 1.5^{\circ} :: 37.1^{\circ} 1^{\circ}$$

وحسب اقليدس (ق ٩ ك ١ م) $\frac{3440}{321416} = 71.09$ فيبان من هذه الاقيسة المخالفة ان قطر الارض

لا يختلف كثيراً عن ٨٠٠٠ ميل . وبعد مقابلة أدق القياسات قد صح ان

محيط الأرض ٢٤٨٥٧ ميلاً

والقطر (٢٤٨٥٧ + ٢٤٨٥٧) = ٧٩١١٤ ميلاً

ودرجة واحدة من المحيط ٣٦٥٠٠٠ قدم

وثانية واحدة نحو ١٠٠ قدم

النظر الاستوائي ٤١٨٤٨٣٨٠ قدماً

والقطبي ٤١٧٠٨٧١٠ قدماً

وقد اتضح أيضاً ان المحيط الاستوائي ليس بدائرة تامة بل هليلجي قطري الأطول = ٤١٨٥٢٨٦٤ قدماً والأقصر = ٤١٨٤٣٨٩٦ قدماً والأطول ما من طول ٢٣' ١٤" شرقي الى ١٩٤' شرقي من كرنوج وهو أطول من العمودي عليه ميلين

(١٥) ان الاوهام المستولية على العقل وخاصة من جهة الفوق والاسفل هي من اعظم الموانع لادراك علم الهيئة ولجل ازالتهما يجب على المتعلم ان يتصور الأرض في فكره على هيئة كرة مثل نقطة في الكون محاطة بالاجرام السموية من كل الجهات ولا يتصور الفوق والاسفل إلا بالنسبة الى جهة مركز الأرض أي فوق الى خلاف جهة المركز واسفل نحو المركز

الفصل الثاني

في الحركة اليومية والكرات المصطنعة وبعض المسائل الفلكية

(١٦) حركة الاجرام السموية اليومية الظاهرة من الشرق الى الغرب انما هي حاصلة بالحقيقة من دوران الأرض على محورها من الغرب الى الشرق ولونوهم اخراج نصف قطر دائرة خط الاستواء الى المتعر السماوي لرسم بدوران الأرض اليومي خط استواء سماوي والاجرام السماوية تداريا كأنها تتحرك في دوائر توازي الدائرة المشار اليها ولكل جرم دائرة مخصصة به وتسمى هذه الدوائر دوائر الحركة اليومية كما علمت وعند ما يتصور في العقل تصوراً جلياً حقيقة حركة الأرض على محورها فيثبت يجوز استعمال القول الخارج بدوران الاجرام السماوية من الشرق الى الغرب من واحدة كل يوم في دوائر توازي بعضها بعضاً وتوازي خط الاستواء ايضاً

(١٧) ان مدة دوران نجم من خط نصف النهار حتى يعود اليه ايضاً سمي يوماً نجمياً وهو مدة دوران الارض على محورها مرة واحدة وبالمراقبة نجد هذه الاوقات جميعها متساوية أياً كان النجم المراقب فتكون الايام النجمية متساوية ابداً ويبرهن بذلك ايضاً ان النجوم لا تتغير اماكتها بنسبة بعضها الى بعض وهذه الحقيقة مطابقة لكون حركاتها الظاهرة من قبل حركة واحدة حقيقية اي دوران الارض. اما الشمس والقمر والسيارات فانها تدور بالظاهر كالنجوم غير انها لا تعود الى النقطة المعينة من خط نصف النهار في اوقات متساوية كما ستعلم ان شاء الله

(١٨) في الكرة المائلة (حد ٢٠) لا تقطع الدوائر اليومية الاقوى بالتساوي والى جهة القطب المرتفع تكون اكثر من نصف تلك الدوائر فوق الاقوى وبالعكس الى جهة القطب المنخفض فتمت كانت الشمس على خط الاستواء يكون الليل والنهار متساويين في جميع الاماكن على سطح الارض لان خط الاستواء والاقوى كسائر الدوائر العظام تنصف احدهما الاخرى ومتى كانت الشمس الى شمالي خط الاستواء يكون النهار اطول من الليل في كل مكان الى شمالي ذلك الخط ومتى كانت الى جنوبيه يكون الليل اطول من النهار وبالعكس ذلك في نصف الكرة الجنوبي وكل ما زاد العرض زاد اختلاف الليل والنهار كما يتضح من النظر الى الكرة الارضية وعلى خط الاستواء هما متساويان ابداً

(١٩) ان الحركات اليومية لا يمكن التعليل عنها الا بدوران الكرة السماوية حول الارض مرة واحدة في كل ٢٤ ساعة او بدوران الارض على محورها مرة واحدة في تلك المدة والخيار هو المذهب الثاني لاسباب شتى سيأتي ذكرها في محالها وهذه الحركة لا نشعر بها لاستمرارها كما اننا احياناً لا نشعر بحركة سفينة نركبها بل نراها لنا كأننا ثابتون في مكان واحد وان الاشياح حولنا تتحرك الى جهة خلاف جهة حركتنا

(٢٠) اننا ما دمنا في مكان واحد على سطح الارض لا يتغير افقنا بالدوران اليومي لانه يدور معنا فلنفرض مقامنا على خط الاستواء عند شروق الشمس فافقنا الحقيقي يمر بالنقطتين ومركز الشمس ثم بدوران الارض من الغرب الى الشرق يوطأ الاقوى تحت الشمس اكثر فأكثر ١٥ كل ساعة فيترايا لنا كأن الشمس تصعد فوق الاقوى هذه المسافة نفسها فيبعد ست ساعات يكون الاقوى قد انخفض تحت الشمس ٩٠ فتكون الشمس فوق رؤوسنا تماماً وبعد ست ساعات آخر تكون الشمس في النقطة الغربية من افقنا ثم يصعد الاقوى فوق الشمس فتختفي عنا ونبقى مخفية ١٢ ساعة الى ان تصل اليها ايضاً النقطة الشرقية من الاقوى فيبتدئ نهار آخر

(٢١) ثم لنفرض مقامنا عند القطب فسطح افقنا حينئذ يطاق خط الاستواء ويقطع الشمس في مركزها فنراها تتحرك في الاقوى نصفها فوقه ونصفها تحته بشرط كون الشمس ثابتة او بالاحرى

بشرط نفي حركة الأرض السنوية حول الشمس ثم ان تقدمت الشمس الى الشمال او الارض الى الجنوب نرى الشمس تتحرك في دائرة توازي خط الاستواء فوق الافق فيكون بهاراً دائماً وإن تأخرت الى الجنوب او تقدمت الارض الى الشمال نخفي كلها فيكون ليل دائماً
(٢٢) من المفروضين السابقين قد انضمت كيفية الحركة اليومية الظاهرة في كرة قائمة وكرة متوازية ومن ثم يتوصل الى كيفية هذه الحركة في الكرة المائلة فتأمل (حد ١٨ و ١٩ و ٢٠ و ٢١ و ٢٢ و ٢٣ و ٢٤ و ٢٥ و ٢٦ و ٢٧ و ٢٨ و ٢٩ و ٣٠ و ٣١ و ٣٢ و ٣٣ و ٣٤ و ٣٥ و ٣٦ و ٣٧ و ٣٨ و ٣٩ و ٤٠ و ٤١ و ٤٢ و ٤٣ و ٤٤ و ٤٥ و ٤٦ و ٤٧ و ٤٨ و ٤٩ و ٥٠ و ٥١ و ٥٢ و ٥٣ و ٥٤ و ٥٥ و ٥٦ و ٥٧ و ٥٨ و ٥٩ و ٦٠ و ٦١ و ٦٢ و ٦٣ و ٦٤ و ٦٥ و ٦٦ و ٦٧ و ٦٨ و ٦٩ و ٧٠ و ٧١ و ٧٢ و ٧٣ و ٧٤ و ٧٥ و ٧٦ و ٧٧ و ٧٨ و ٧٩ و ٨٠ و ٨١ و ٨٢ و ٨٣ و ٨٤ و ٨٥ و ٨٦ و ٨٧ و ٨٨ و ٨٩ و ٩٠ و ٩١ و ٩٢ و ٩٣ و ٩٤ و ٩٥ و ٩٦ و ٩٧ و ٩٨ و ٩٩ و ١٠٠)

في الكرات المصطنعة

(٢٣) الكرات المصطنعة نوعان ارضية وسماوية فالاولى صورة الارض والثانية صورة المتغير السماوي كما يترايا من الارض ويُفرض مقام الناظر في مركز الكرة

(٢٤) في الكرات المصطنعة تقوم منطقة النحاس مقام خط نصف النهار اي الهاجرة ويقاس عليها عرض الأماكن على سطح الارض وميل الاجرام السماوية والافق الخشبي يقوم مقام الافق الحقيقي ويقاس عليه السموت والسعة وتعين عليه ايضاً البروج والشهور وابامها وموقع الشمس في دائرة البروج لكل يوم من ايام السنة

(٢٥) الدوائر السويعية على الكرة الارضية تمر بالنطين وعلى السماوية تمر بقطي دائرة البروج ويقاس عليها العرض السماوي والمنطقة النحاسية يقاس عليها ميل الاجرام السماوية كما تقدم

(٢٦) الساعة دائرة صغيرة مرسومة حول قطب خط الاستواء مقسومة الى ٢٤ ساعة ويدور عليها عقرب فُستعلم بها وقت مرور جرم من نقطة الى اخرى وصعوده المستقيم في وقت ثم ان اقتضى الامر يتحول الوقت الى قوس

(٢٧) ربع الارتفاع سائر من نحاس مقسوم الى ٩٠ درجات الكرة التي صنع لها ويُستعمل لقياس ارتفاع جرم او سموت وما يشبه ذلك ويصح ايضاً ان يُستعمل ثانوياً لاية دائمة عظيمة فُرِضت او متسامية لاي مكان فُرِض

(٢٨) لكي تدل الكرة على الهيئة في مكان ما يجب تقويمها لموقع المكان وذلك برفع اقرب القطبين درجات تماثل عرض المكان ويكون حيث تدل خط الاستواء وجميع الدوائر المتوازية على ميلها الحقيقي عند المكان المفروض ثم يتدوير الارضية من الغرب الى الشرق والسماوية بالعكس تتحرك كل نقطة منها على مشابهة حركتها الحقيقية

(٢٩) مسائل تحل بالكرة الارضية

(١) لاستعلام عرض مكان وطوله

أدر الكرة حتى يقع المكان المفروض تحت منطقة النحاس فتري على المنطقة فوق المكان عرضه وعلى خط الاستواء تحت المنطقة طوله

ما هو طول بيروت وعرضها - دمشق - القسطنطينية - باريس .

(٢) مفروض عرض مكان وطوله مطلوب موقعة

أدر الكرة حتى يقع الطول المفروض تحت المنطقة ثم تحت العرض المفروض على المنطقة تجد المكان

أي مكان في ٢٩° ع و ٧٧° ط

حاشية. ان اردت معرفة كم ميلاً يدور موطن مفروض كل ساعة بحركة الأرض اليومية فاستعلم الاميال في درجة من الطول في المكان المفروض واضرب الاميال في ١٥ فما كانت فهو الجواب. مثالة لو قيل كم ميلاً تدور حلب كل ساعة ل قيل عرض حلب = ٣٦° ١١' تقريباً وفي ذلك العرض ٤٨ ١/٢ ميلاً في درجة من الطول و ٤٨ ١/٢ × ١٥ = ٧٢٧ ١/٢ ميل في الساعة

(٣) لكي تستعلم بالكرة جهة موطن من آخر والبعد بينهما

قوم الكرة لعرض احد المكانين وركب ربع الارتفاع على سمت الراس واجعله يمر بالمكان الآخر ثم في دائرة السموت على الافق الخشبي تجد الجهة وعلى الربع تجد كم درجة بينهما وتحوّل الدرجات الى اميال اعتيادية بضررها في ٦٩ ١/٢ والى اميال جغرافية بضررها في ٦٠

ما هي جهة القسطنطينية من دمشق وما هو البعد بينهما

(٤) لكي تستعلم فصلة وقت مكانين بالكرة

أدر الكرة حتى يقع شرقها تحت المنطقة النحاسية واجعل الغرب على ١٢ ثم أدر الكرة شرقاً حتى يقع المكان الآخر تحت المنطقة فالساعة المدلول عليها بالغرب هي المطلوب وان عُرِف طول المكانين تحل المسئلة بتحويل فصلة طولها الى وقت كما تقدم

متى كان الظهر في بيروت فما هو الوقت في جرائر صند وبيج

(٥) مفروض وقت مكان ومطلوب الوقت في مكان آخر مفروض

استعلم الفرق بين طولي المكانين وحوّل الى وقت ثم ان كان المطلوب وقتاً الى شرقي الآخر فاضف الفرق الى الوقت المفروض وإلا فاطرحه منه

ما هو الوقت في كهنون متى كان الساعة التاسعة في بيروت

(٦) لاستعلام المتخالفين فصلاً والمتخالفين وقتاً والمتخالفين وقتاً وفصلاً مكان مفروض

قدم المكان المفروض الى المنطقة ثم في نصف الكرة الآخر تحت المنطقة في عرض المكان المفروض

تجد المتخالفين فصلاً ثم اجعل العقرب على ١٢ وادر الكرة الى ان يقع العقرب على ١٢ الآخر ثم تحت المنطقة على عرض المكان المفروض تجد المتخالفين وقتاً وفي نصف الكرة الآخر تحت العرض المفروض تجد المتخالفين وقتاً وفصلاً

تنبيه . المتخالفون وقتاً يتفقون فصلاً والمتخالفون فصلاً يتفقون وقتاً والمتخالفون وقتاً وفصلاً هم في جهات متقابلة من الكرة ويمشون قدماً لقدم

ما الاماكن المتخالفة وقتاً والمتخالفة فصلاً والمتخالفة وقتاً وفصلاً لمدينة دمشق - بغداد

(٧) لاجل تقوم الكرة لكي تدل على موقع الشمس

خذ يومك من الشهر وتجاهه على الافق الخشبي تجد موقع الشمس في دائرة البروج لذلك اليوم ثم عين ذلك المكان من دائرة البروج نفسها وقدمه الى المنطقة وضع العقرب على ١٢ فتكون الكرة على مشابهة حالة الارض في ذلك النهار

قوم الكرة ليومك هذا

(٨) مفروض عرض مكان مطلوب من الكرة وقت طلوع الشمس وغروبها ليوم معين في

ذلك المكان

قوم الكرة للعرض وقدم مكان الشمس في دائرة البروج الى المنطقة واجعل العقرب على ١٢ ثم ادر الكرة شرقاً الى ان يقع مكان الشمس على مساواة الافق الخشبي فالساعة المدلول عليها بالعقرب هي وقت طلوع الشمس ثم ادر الكرة غرباً الى ان يقع مكان الشمس على مساواة الافق فتكون الساعة المدلول عليها وقت الغروب

اية ساعة نشرق الشمس واية ساعة تغيب في مكانك يومك هذا

(٩) مفروض مكان في المنطقة الحارة مطلوب اي يومين من السنة تكون الشمس في سمت

الراس له

قدم المكان المفروض الى المنطقة وعين عرضه ثم ادر الكرة وعين النقطتين من دائرة البروج اللتين تمران تحت ذلك العرض ثم اطلب تيمك النقطتين على الافق الخشبي ونجاهما تجد المطلوب

في اي يومين من السنة تكون الشمس في سمت الراس لمدينة مدرس - كويتو - جزيرة مار هيلانة

(١٠) مفروض الشهر ويومه في مكان ليس في احدى المنطقتين الباردتين مطلوب اية يوم

آخر من السنة بعدله طولاً

استعلم مكان الشمس في دائرة البروج لليوم المفروض وقدمه الى المنطقة وعين الدرجة من

العرض فوقة ثم ادر الكرة حتى تقع نقطة اخرى من دائرة البروج تحت ذلك العرض واطلب تلك

النقطة في الافق الخشبي فتدري تجاهها اليوم الآخر او بدون الكرة كل يومين على بعد واحد من اطول ايام السنة او اقصرها ما متساويان

اي يوم آخر من السنة = ٢٥ نيسان

(١١) مطلوب طول النهار الاطول في مكان مفروض في المنطقة المتجهة الشمالية ارفع القطب او اخفضه حتى يقع المكان المفروض تحت النقطة الشمالية من الافق وعين بعدة عن القطب على منطقة النحاس وعين هذا البعد ايضاً على المنطقة من خط الاستواء شمالاً ثم ادر الكرة وعين النقطتين من دائرة البروج اللتين تتران تحت الدرجة المعينة واطلبها في الافق الخشبي فتجد تجاهها اليومين اللتين فيها يتبدى النهار الاطول وينتهي في المكان المفروض والايام بينها في طول النهار الاطول في المكان المفروض

ما هو طول النهار الاطول في شمالي جزيرة سبينسبركن وفي اي يوم يتبدى وفي اي ينتهي

ما هو طول النهار الاطول عند القطب الشمالي وفي اي يوم يتبدى وفي اي ينتهي

(١٢) مطلوب طول الليل الاطول في مكان مفروض في المنطقة المتجهة الشمالية افعل كما تقدم في العملية السابقة وعدّ الدرجات من خط الاستواء جنوباً وتمّ العمل كما تقدم ما هو طول الليل الاطول في الراس الشمالي

قد نشئ بعض اهل هولندا في زمبلا الجديدة عرض $٧٦^{\circ} ٢٠'$ شمالي في سنة ١٥٩٦ ففي اي يوم من اي شهر غابت عنهم الشمس وفي اي يوم اشرقت وكما يوماً بقيت غائبة

(١٣) مطلوب عدد الايام التي فيها تشرق الشمس وتغرب في مكان مفروض من المنطقة المتجهة الشمالية

استعلم طول النهار الاطول والليل الاطول في المكان المفروض حسبما تقدم واجمعها واطرح المجتمع من ٢٦٥ فاكان فهو عدد الايام التي فيها تشرق الشمس وتغرب كل ٢٤ ساعة في المكان المفروض كم يوماً من السنة تشرق الشمس وتغرب في الراس الشمالي عرض $٧١^{\circ} ٢٠'$

الجواب ٢١٥ يوماً

(١٤) مطلوب سعة الشمس في مكان مفروض

قوم الكرة لعرض المكان المفروض واستعلم موضع الشمس في دائرة البروج وادر الكرة حتى يقع موضعها تحت الجزء الشرقي من الافق فتدري تجاهه سعة الشروق ثم ادرها الى ان يقع مكان الشمس تحت الجزء الغربي من الافق فتدري تجاهه سعة الغروب

في اية جهة تشرق الشمس وتغرب في مكانك في ٢١ تموز

في مكان في ٢٢ ك ١٨٢٧ في ٢١° ٢٨' عرض جنوبي و ٨٢° طول غربي غابت الشمس في الجنوب الشرقي حسب المحك فكم هو انحراف الابرة

(١٥) مفروض عرض المكان ويوم الشهر مطلوب الساعتان من النهار فيها تكون الشمس الى جهة الشرق والغرب تمامًا

قوم الكرة لعرض المكان واستعلم مكان الشمس في دائرة البروج وقدمه الى المنطقة واجعل العقرب على ١٢ ثم ركب ربع الارتفاع على العرض المفروض وضع طرفه على النقطة الشرقية ثم ادر الكرة حتى يقع مكان الشمس على حد الربع فتكون الساعة المدلول عليها بالعقرب هي التي فيها تكون الشمس الى جهة الشرق وهكذا في الجهة الغربية

في اية ساعة تكون الشمس الى جهة الشرق من مكانك في ٢١ حزيران - في ٢١ ك ١

(١٦) مفروض ارتفاع الشمس وقت الظهر ويوم الشهر مطلوب عرض المكان

اطرح ارتفاع الشمس من ٩٠ فيكون الباقي بعد الشمس عن سمت الرأس ثم من احد الجداول ليل الشمس استعلم ميلها للوقت المفروض فان كان جنوبياً فاطرحه من الباقي المذكور والا فاضفه اليه فان كان فهو العرض

مفروض في ١٠ آيار ارتفاع الشمس وقت الظهر ٥٠° وهي الى جهة الجنوب من الناطق فان عرض المكان

$$٩٠ - ٥٠ = ٤٠ = \text{البعد عن سمت الرأس}$$

$$\text{ميل الشمس} = ٢٩^\circ ١٧' \text{ شمالي}$$

$$٢٩^\circ ٥٧' = \text{العرض وهو شمالي}$$

(٢٠) مسائل على الكرة السماوية

(١) لاستعلام ميل جرم سماوي وصعوده المستقيم

قدم موضع الجرم الى المنطقة النحاسية فتكون الدرجة فوقه الميل والتي تقابلها على خط الاستواء هي الصعود المستقيم

ما هو ميل السر الواقع وصعوده المستقيم - الطائر - ثم الحوت - النول - رجل الجبار - الشعري اليانية - الشعري الشامية - الشمس في ٥ حزيران

(٢) لتقوم الكرة حتى تدل على هيئة السماء في وقت مفروض

قومها لعرض المكان المفروض وقدم موضع الشمس الى المنطقة وضع العقرب على ١٢ ثم ادر

الكرة غرباً حتى يدل المغرب على الساعة المفروضة فيدل حيث تدل على هيئة السماء في ذلك الوقت
قوم الكرة للدلالة على هيئة السماء في ليلتك هذه في الساعة العاشرة (ب ظ)

(٢) لاستعلام ارتفاع نجم وسموته في وقت مفروض

قوم الكرة لعارض المكان وركب ربع الارتفاع على سمت الرأس واجعله يمر على النجم المفروض
فيكون جزء الربع الواقع بين النجم والافق هو الارتفاع والقوس من الافق الواقعة بين المنطقة والربع
هي السموت

ما هو ارتفاع الشعري البانية وسموتها ليلتك هذه الساعة العاشرة ب ظ - مرق من المرأة
المسلسلة - مغرر من الدب الأكبر - كف من ذات الكرسي - العيوق - قلب الأسد - السنبلة -
السماك الرابع

(٤) لاستعلام البعد بين نجمين

ضع الصفر من ربع الارتفاع على احدهما فتكون النقطة منه الواقعة على الآخر دالة على البعد بينهما
ما هو البعد بين الفرقدين - بين نجوم نطاق الجبار

(٥) مفروض العرض واليوم من الشهر مطلوب ارتفاع الشمس وقت الظهر

قوم الكرة للعرض وقدم موضع الشمس الى المنطقة وعين الدرجات بينة وبين سمت الرأس
فيكون متم تلك القوس ارتفاع الشمس في الوقت المفروض
ما هو ارتفاع الشمس وقت الظهر يومنا هذا

(٦) مفروض الصعود المستقيم لجرم سماوي وميله ومطلوب مكانه على الكرة

قدم درجة الصعود الى المنطقة ثم خذ درجة الميل من المنطقة فيكون موقع الجرم تحتها
اي نجم له $26^{\circ} 29'$ صعود مستقيم و $52^{\circ} 27'$ ميل شمالي

(٧) مفروض طول جرم وعرضه مطلوب موقعه

ضع صفر من ربع الارتفاع على الطول المفروض في دائرة البروج والطرف الآخر على قطبها
فتدري مكان الجرم تحت العرض المفروض من ربع الارتفاع

اي نجم له $16^{\circ} 16'$ من الطول و $16^{\circ} 26'$ من العرض الشمالي

(٨) مفروض اليوم والساعة والعرض مطلوب النجوم الطالعة والافلة والواصلة الى خط
نصف النهار

قوم الكرة للعرض وقدم موضع الشمس الى المنطقة واجعل المغرب على 12 ثم ان كانت الساعة
المفروضة في خط فادبر الكرة شرقاً حتى يمر المغرب على ساعات تماثل الوقت بين المفروض والظهر

وان كان ب ظ فادرها غرباً حتى يستقر القرب على الساعة المفروضة وعلى كلا الحالين تكون النجوم الواقعة على الافق الشرقي طالعة والواقعة على الغربي آفلة والواقعة تحت المنطقة على خط نصف النهار

ما هي النجوم الطالعة والآفلة الخ في ساعة ٩ ليلا ذلك هذه

ما هي النجوم التي لا تغيب عنك في عرضك

(١) مفروض العرض واليوم من الشهر المطلوب كم تطلع الزهرة قبل الشمس ان كانت نجم الصبح وكم تغيب بعد الشمس ان كانت نجم الغروب

اطلب طول الزهرة وعرضها من الجداول اليومية وعين مكانها على الكرة ثم قدم موضع الشمس الى المنطقة فان وقعت الزهرة عن يمين الشمس كانت نجم الغروب والآفلة نجم الصبح ثم ان كانت نجم الغروب فقدم موضع الشمس الى الافق الغربي وضع القرب على ١٢ وادر الكرة غرباً الى ان تغيب الزهرة فيدل القرب على المطلوب وان كانت نجم الصبح فعكس العمل وهذه القاعدة تصلح لبقية السيارات ايضاً

الزهرة أي نجم الصبح او نجم الغروب بومك هذا

اية ساعة يطلع المشتري واية ساعة يغيب - المريخ - زحل - عطارد

تنبيه . ان المسائل الماضية على الكرة الارضية والسماوية هي البعض القليل من مسائل كثيرة تحل بها ولا داعي لذكر أكثر منها لان القطن ينسب اليها من نفسه بعد ما يتقدم قليلاً في علم الهيئة

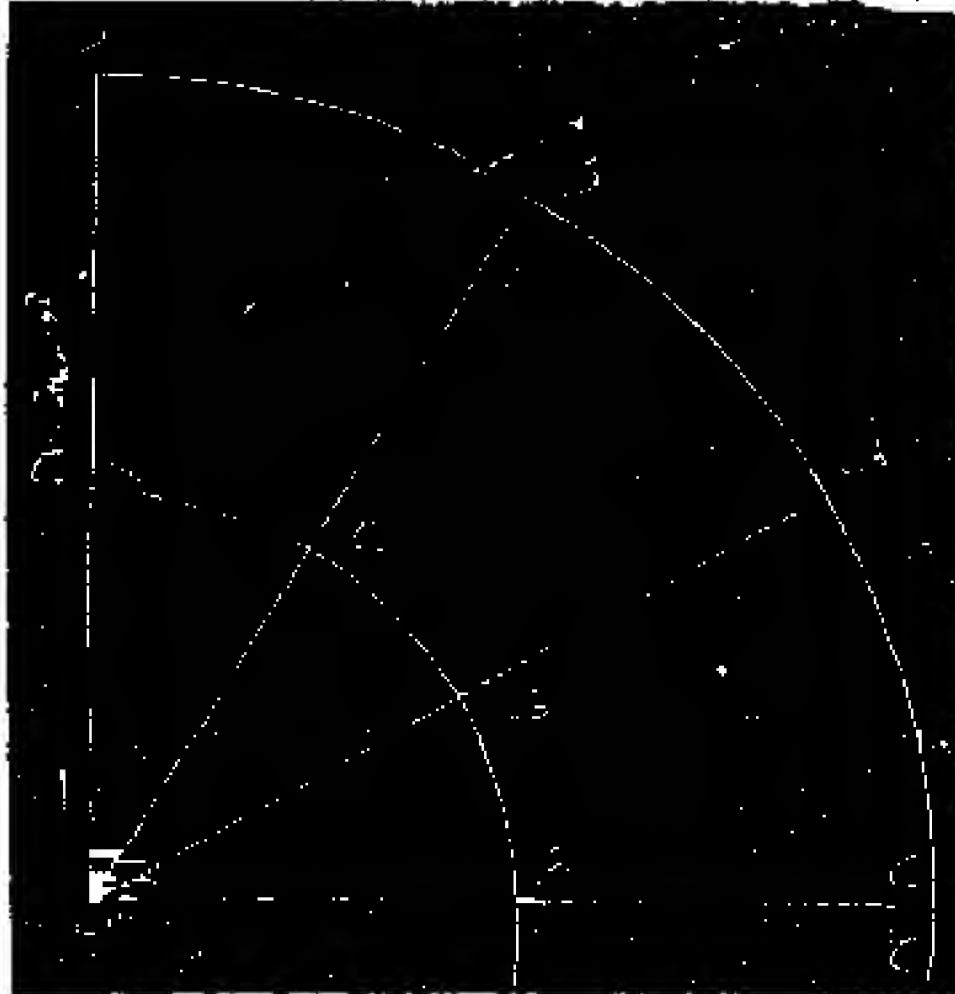
الفصل الثالث

في زاوية الاختلاف والانكسار والشفق

(٢١) انتقال ناظر يحدث انتقالاً ظاهراً في المنظورات سمي الحركة الاختلافية ومقدار تلك الحركة هي الزاوية الاختلافية فزاوية الاختلاف هي التي تقسمها قوس الاختلاف الظاهر في موقع جرم بالنظر اليه من اماكن مختلفة مثالة في شكل ٦ لتكن الارض س ح الافق ح ز ربع دائرة عظيمة بين الافق وسمت الرأس وي ف غ ح مواقع القمر مثلاً على درجات مختلفة من الارتفاع فوق الافق فان ناظرًا اليه من ا على سطح الارض متى كان في ي يراه بين الثوابت في ح وناظرًا اليه من س اي من

مركز الأرض براءة بين الثوابت في ح فالفوس ح ح هي قياس الزاوية ح ي ح او ايس وهي زاوية الاختلاف وهكذا متى كان عند ف و غ

(٢٢) لسبب الاختلاف الظاهر في مواقع الاجرام السماوية المحاصل من اختلاف الاماكن



شكل ٦

قد اعتد علماء هذا الفن ان يحسبوا مكان جرم ذلك الموضع الذي كان يرى فيه لو نُظر اليه من مركز الأرض ولنا قواعد لتحويل مراقبات على سطح الأرض الى ما كانت لو صارت من المركز وهي مبنية على معرفة زاوية الاختلاف كما يتضح من الشكل

(٢٣) قد سُميت الزاوية ايس الاختلاف الاقني وهي زاوية يقابلها نصف قطر الأرض ايس اس وفي المثلث اغس لنا هذه النسبة ايس

(٨) جيب اغس : جيب غ اس او غ از : اس : س غ

وتحويل النسبة جيب اغس اي جيب الاختلاف = $\frac{\text{ج غ از} \times \text{اس}}{\text{س غ}}$ واس كمية ثابتة فتغير

قيمة هذه المعادلة بتغير الكسر $\frac{\text{ج غ از}}{\text{س غ}}$ اما زاوية الاختلاف فصغيرة جدًا فيحسب الجيب مساويًا

للقوس فيوضع القوس عوضًا عن جيبها في المعادلة نصير

(٩) زاوية الاختلاف = $\frac{\text{ج غ از} \times \text{اس}}{\text{س غ}}$ ج غ از

اي زاوية الاختلاف تزيد كزيادة جيب زاوية البعد عن سمت الراس وبالقلب كبعد الجرم عن مركز الأرض فكلما كان الجرم اقرب الى الافق كانت زاوية الاختلاف اكبر وكلما بعد عن مركز الأرض كانت اصغر*

* للجرم زاوية اختلاف اكبر من سائر الاجرام السماوية لسبب قربه اليها وهي ٥٧ وليس للسيارات زاوية اختلاف اكبر من ٣٠ والفرق بين قوس ا وجيبها ليس باكثر من ١٨ ٠٠ وقد رأينا في المساحة

ثم لما كانت زاوية الاختلاف α غس كجيب البعد عن سمت الرأس فلنفرض $\phi =$ الاختلاف
الافقي وف $=$ الاختلاف على ارتفاع مفروض فوق الافق فلنا

(١٠) $\phi : \alpha :: \text{جيب البعد عن سمت الرأس} : \text{جيب } 90^\circ$

وبالتحويل $\phi = \frac{\alpha \times \text{ج } 90^\circ}{\text{ج البعد عن سمت الرأس}}$ وجيب $90^\circ = 1$ فلنا

(١١) $\phi = \frac{\alpha}{\text{ج البعد عن سمت الرأس}}$

أي الاختلاف الافقي $=$ الاختلاف في الارتفاع منسوماً على جيب البعد عن سمت الرأس

افرض $s = \phi$ (شكل ٦)

$p =$ ص س

$Z =$ ر ص ف

$z =$ ص فس



فلنا جيب $z = \frac{p}{\text{ج } Z}$ (١٢) شكل ٧

ان صارت Z صفراً بصير $\frac{p}{Z}$ صفراً ايضاً واذا كان الاختلاف صفراً الابه قيمة فرضت للزاوية

Z يكون $\frac{p}{Z}$ صفراً ايضاً أي تغير مكان الناظر لا نسبة حيث بينه وبين بعد الجرم المنظور اليه

(٢٤) نرى مما سبق انه اذا عرفنا زاوية الاختلاف لجرم على ارتفاع ما فوق الافق نستعلم

الزاوية التي يقابلها قطر الارض رأسها في الجرم وايضاً ان عُرف الاختلاف الافقي تستعلم الاختلاف

لاي ارتفاع فريض لانه بالمعادلة السابقة

$\phi = \frac{\alpha}{\text{ج البعد عن سمت الرأس}}$ فتي انتهى جرم الى سمت الرأس فلا اختلاف له ومعظم

اختلافه هو اختلافه الافقي فان وُجد بالمراقبة ان اختلاف القمر هو على 52° من سمت الرأس $=$

45° فلنا $\text{ج } 52^\circ : 1 :: \alpha : 21.56' 45'' =$ اختلافه الافقي

(٢٥) يتضح من شكل ٦ ان الاختلاف يربنا جرمًا او طامًا هو حقيقة اي او طامًا ما كان لو

نظر اليه من مركز الارض الآمتى كان في سمت الرأس فتي قيس ارتفاع جرم ساوي يجب ان تضاف

اليه زاوية الاختلاف لكي يُعلم ارتفاعه الحقيقي الا النجوم الثوابت التي لا اختلاف لها كما ستري وان قيس

ارتفاع جرم عند وصوله الى خط نصف النهار يكون له اختلاف في الميل فقط وقبل وصوله الى ذلك

ان الفرق بين قوس صغير وجيبها لا يعتد به (انظر كتابي في التعاليم صحيحة ١١٥)

الخط وبعد زواله عنه يكون له اختلاف في الميل اي الى جهة القطب وفي الصعود اي الى جهة الافق
احدها عمودياً على خط الاستواء والآخر على موازاته ونرى ايضاً من الشكل ان الاختلاف يتغير حسب
بعد الجرم عن مركز الارض وسوف نرى ان جميع الاجرام السماوية تدور في افلاك هليلجية فتكون
احياناً اقرب الى الارض واحياناً ابعد عنها فيختلف هذا الاختلاف حسب البعد والقرب وان
احتجت الى معرفة هذا الاختلاف فاطلب من الجداول اليومية للاجرام السماوية المحسوبة لكل سنة
بفردتها اذ لا يمكن ان يصنع لذلك جدول واحد يصلح لكل السنين كما ستعلم غير انه بوضع جدول
تقريبي لاختلاف الشمس لان زمان بعدها والابعد وبعدها الاقرب في سنين مختلفة لا يتغير اكثر من
يوم واحد وتغير يوم واحد لا يجعل تغيراً يشعر به في اختلافها والاولى ان يؤخذ ذلك من الجداول
السنية اما اختلاف الشمس حسب ارتفاعها فوق الافق واختلاف السيارات حسب ارتفاعها
وحسب اختلافها الافقي فدلول عليه بالجدول

الثالث

وكيفية علم ان تضرب الجيب الطبيعي للبعد
عن سمت الراس في الاختلاف الافقي وعلى هذا
السييل نستعلم الاختلاف للدرجات من الارتفاع
غير المذكورة في الجدول

(٢٦) فلنذكر الآن كيفية استعمال اختلاف

الافقي للقمر



شكله

ليكن اوب (شكل ٨) مكانين على سطح الارض

تحت خط واحد من خطوط نصف النهار وليكن احدها في شمالي اوروبا والآخر في راس الرجاء
الصالح وعرض كل منهما معروف فيعرف من ذلك القوس اب والزاوية اس ب فليراقب القمر
من المكانين معاً فعند م ورو بالهاجرة براه المراقب ا عند ي والبعد عن سمت م = زاوية زاي والمراقب
ب براه عند ي والبعد السمتي = زب ي فيعرف من كل واحدة منها اي ماس م ب س ثم في
المثلث المتساوي الساقين اس ب استعلم الزاوية ا والزاوية ب والضلع اب واطرح احدها من م اس
م ب س تبقى م ب ا م اب اما اب فمعروف فيستعلم ام وبهم ثم في المثلث امس لنا الزاوية عند ا وام
واس فتستعلم امس وهي الاختلاف لمقام عند ا وللبعد السمتي زاي

وان لم يكن المراقبان على هاجرة واحدة

فلنفرض ه = تغير البعد السمتي بين تكبد بين

λ = فرق الطول بين المجرتين

δ = تغير البعد السمتي في المرور من هاجرة الى هاجرة فلنا

$$(١٢) \quad \frac{\delta \times \lambda}{\sqrt{24}} = \delta : \lambda :: \delta : \sqrt{24}$$

ان كان البعد السمتي تحت زيادة في المقام الشرقي يضاف δ الى البعد السمتي في ذلك المقام
والا فيطرح فهو البعد الذي للمراقب على المقام الغربي

وعلى هذه الكيفية استعمل لاكايل ولا لاند الفرنسيان ان اختلاف القمر الافقي وكان الواحد منها
في راس الرجاء الصالح والاخر في برلين وهكذا استعمل ايضا اختلاف المريخ بمراقبة لاكايل في راس
الرجاء الصالح وورجنين في استوكهولم

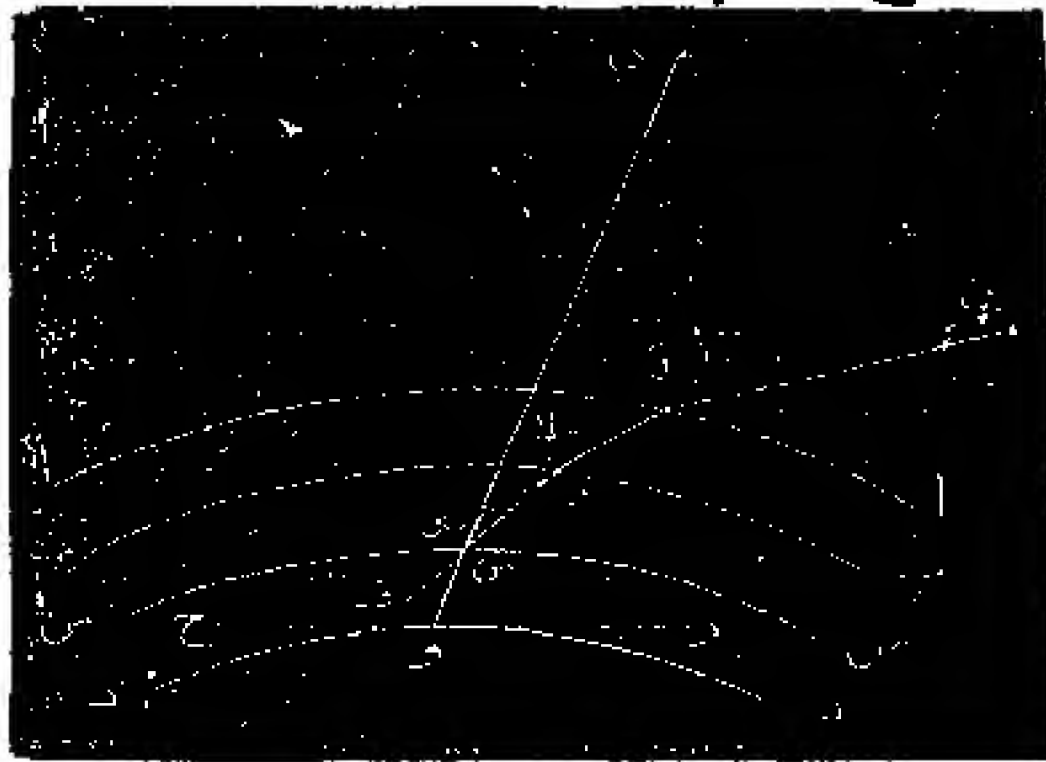
(٢٧) اختلاف الشمس الافقي لا يستعمل بهذه الوسطة لسبب بعدها وصغر زاوية اختلافها بل
يستعمل بمراقبة عبور الزهرة على وجه الشمس سيما في الكلام بذلك في موضعه

(٢٨) ان معرفة الاختلاف الافقي لجرم سماوي امر معتبر اذ به نستعلم بعد الجرم عن مركز
الارض مثالة ان عرفنا الزاوية ايمس (شكل ٦) ونصف قطر الارض معروف فلنا في المثلث ايمس
زاوية قائمة عند ا (وان لم تكن قائمة في الشكل) وبنية الزوايا والضلع اس فنستعلم بالسهولة الوتر
س ي اي بعد الجرم عن مركز الارض

نبيه . اختلاف الشمس الافقي لا يزيد عن ٩° واختلاف بعض السيارات اقل من ذلك

في الانكسار

(٢٩) قد رأينا ان الاختلاف ينخفض ارتفاع الاجرام السماوية الظاهر واما الانكسار فيزيد



شكل ١

ارتفاعها الظاهر وهو يفعل في البعيدة
والقريبة على حد سواء لانه يحصل من
انكسار شعاع النور الواصلة الى العين
بواسطة مرورها في كرة الهواء فلفرض كرة
الهواء مركبة من صنائع منضقة مثل اا
بب س س دد (شكل ٩) ونعلم ان
الهواء يزداد كثافة كلما اقترب الى سطح
الارض وبالسبب تزايد قوته لكسر الشعاع

فليكن ن نجما وليقع منه شععة نك ولقد دخل الهواء عند آ فتعكس الى جهة أي وعند ب اذ

يكون الهواء قد زاد كثافته تنكسر الى جهة ب ف وعند س الى جهة و فيترايا النجم في جهة و س اي عند ن ويكون مرور الشعاع على قوس دائرة من أ الى و



شكل ١٠

(٤٠) متى كان جرم ساوي في سمت الرأس تقع الشعاع منه عمودية على مسكة الهواء فلا تنكسر ويكون الانكسار على معطو متى كان الجرم في الافق واذا كان منقاره متعلقا على نوع ما بكثافة الهواء فيزيد او يقل بالنسبة الى كثافة الهواء وهي تختلف باختلاف الحرارة والعلو فيختلف الانكسار باختلاف البارومتر والترمومتر

(٤١) لنفرض (شكل ١٠) ز = زاص = البعد عن سمت الرأس المعروف بالرصد

ر = صاص = الانكسار لذلك البعد عن سمت الرأس

ع = علو الزيت في البارومتر

ح = حرارة الهواء بالترمومتر

ت = مسي تمدد الهواء لكل درجة فارنهيٲ

ب = مسي تمدد الزيت لكل درجة فارنهيٲ

فحسب عبارة لٲرو المعتمد عليها الآن

$$ر = ٨٢٥٧ \times \frac{ع}{٢٠} \times \frac{١ + (٥٠ - ح) \times ب}{١ + (٥٠ - ح) \times ت} \times ماس ز \times (١ - ٠.٠٠١٢٥١٧ \times ز)$$

$$(١٤) \quad \text{قاطع ز} + ١٢٩.٠٠٠٠٠٠٠ \times \left(\frac{٢ + ح ز}{ن ح ز} \right)$$

ويجوز ترك الضلع الاخير من هذه العبارة الا اذا كان البعد السمي كثيرا . متى كان ع = ٣٠ وح = ٥٠ نصير العبارة بعد ترك الضلع الاخير

معدل ر = ٨٢٥٧ \times ماس ز \times (١ - ٠.٠٠١٢٥١٧ \times \text{قاطع ز}) = A (١٥)
الحاصل من هذه العبارة مها كانت قيمة ز مسي معدل الانكسار اي ما كان لو كان البارومتر على ٣٠ والترمومتر على ٥٠

ولغير ذلك من البارومتر والترمومتر

$$(16) \quad \frac{b \times (c - 50) + 1}{c \times (50 - c) + 1} \times \frac{c}{20} \times A = R$$

$$(17) \quad \text{وبالانساب نسب } R = \text{نسب } A + \text{نسب } \frac{c}{20} + \text{نسب } \frac{b \times (c - 50) + 1}{c \times (50 - c) + 1}$$

وبافتراض قيمة R مختلفة بين صفر و 90° وعين 28 و 31 قيراطاً وح بين 80° و 20° ف
نحسب انساب هذه الكميات ونقيّد في جدول للاستعمال تحت اسم Z و t و ϕ (انظر الجدول
الرابع والخامس والسادس)

واذا جُعلت Z تختلف بين 75° و 90° وع 30° وح 50° يُحسب جدول آخر للانكسار بقرب
الافق غير انه اذا زاد البعد السمتي عن 80° فلما يعتمد على جداول الانكسار لانه حينئذ لا يتوقف
على حال الهواء من جهة الكثافة والحرارة

مثال . بعد جرم عن سمت الرأس بالرصد $26^\circ 26' 00''$ والبارومتر $29^\circ 76'$ قيراطاً
والترمومتر 43° ف مطلوب الانكسار

باجدول الرابع معدل الانكسار نسب $2^\circ 23' 60''$

" الخامس البارومتر $29^\circ 76'$ $9^\circ 99' 60''$

الترمومتر 43° $0^\circ 00' 66''$

$$2^\circ 23' 60'' = 1^\circ 72' 49'' = 0^\circ 53' 49''$$

$26^\circ 26'$

البعد بالرصد

$0^\circ 53' 49''$

الانكسار

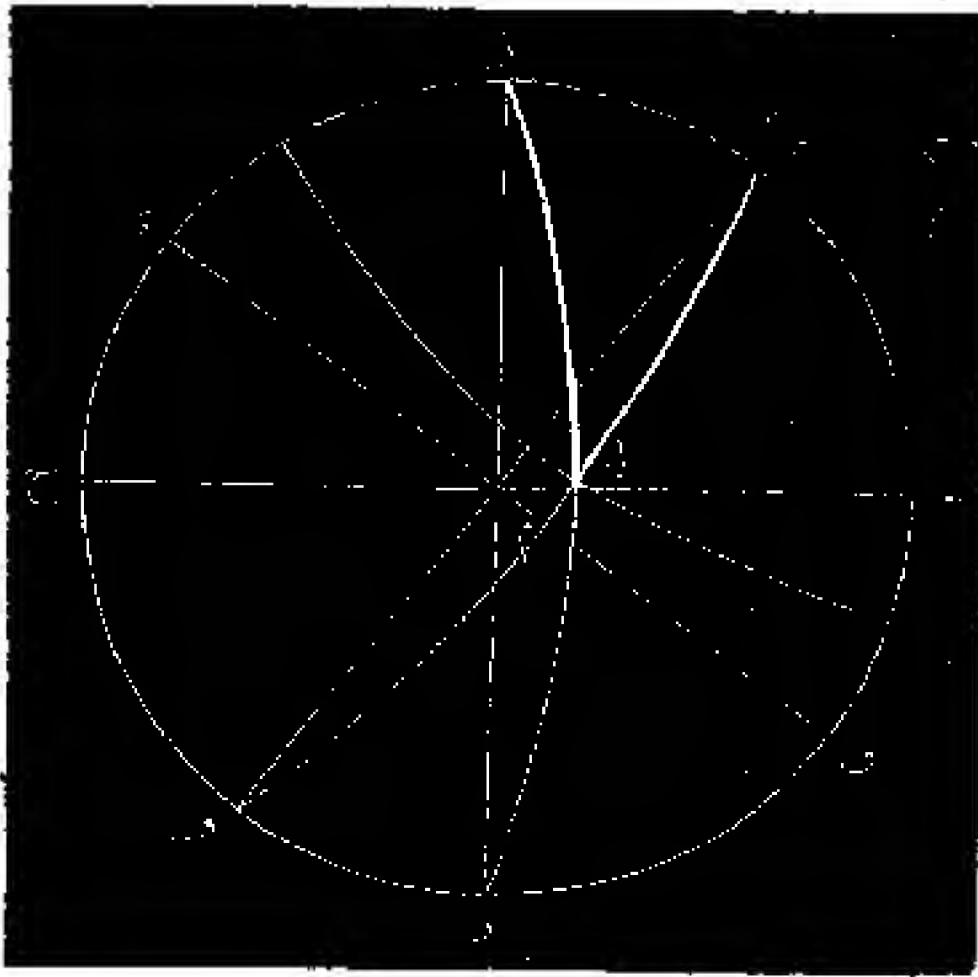
البعد الحقيقي عن سمت الرأس $28^\circ 26' 28''$

(٤٢) لننظر الآن الى كيفية استعمال الانكسار من رصد الاجرام السماوية ولنفرض مقامنا في
عرض شمالي 48° او 50° او 60° حيث يمر بعض نجوم دائرة الظهور الدائم في سمت الرأس ولنقيس
بعد جرم منها عن القطب متى كان في سمت الرأس ثم بعد من القطب متى كان على خط نصف
النهار تحت القطب فلو لا الانكسار لكان البعدان متساويين ومن جراء الانكسار يكون البعد الاسفل
اقل من الاعلى والفرق بينهما هو الانكسار لدرجة ارتفاعه فوق الافق عند تكبير الاسفل

مثال . في مدينة باريز $48^\circ 50'$ عرض شمالي كان نجم على خط نصف النهار $6'$ من سمت
الرأس شمالاً فكان بعد عن القطب اذا $41^\circ 4'$ لان سمت الرأس لباريز $40^\circ - 48^\circ 50' = 5^\circ 10'$
 $45^\circ 10'$ و $41^\circ 4' = 4^\circ 6'$ ولما كان على خط نصف النهار تحت القطب كان بعد عنه

٤٠° ٥٧' ٣٥" اطرحها من ٤١° ٤' ٤٠" يبقى ٢٥° ٦' وهو الانكسار لارتفاع ٤٦° ٧' اي ٤٨° ٥٠' -
 ٤١° ٤' فان كثرت قياسات نظير هذه في اماكن مختلفة نجد الانكسار لدرجات مختلفة من الارتفاع
 ومن ذلك نستنتج قاعدة تنص بان من الافق فصاعداً

(٤٢) لنا واسطة اخرى لاستعلام الانكسار وهي هذه. ليكن ف (شكل ١١) القطب و ي ق خط الاستواء ز عرض مكان فمن مقامك في ز قس ارتفاع الشمس او جرم آخر ميله معروف ولنفرضه عند ك مثلاً فعين ارتفاعه والوقت من النهار ثم عين وقت وصوله الى خط نصف النهار لمكانك ز



۱۱ کج

مثالہ. فی النهار الاول من شهر آيار سنة ۱۷۳۸ في ۳۰ صبحاً في مدينة پاریز عرض ۴۸° ۱۰' شمالی وجد الفيلسوف کاسینی ارتفاع مرکز الشمس ۱۴° ۰۰' وكان ميلها وقتئذ ۲۵° ۰۰' شمالی فإهوا الانكسار

مجموع المثلثات الكروية نستعمل الضلع $81^{\circ} 10'$ فكان الارتفاع الحقيقى $52^{\circ} 49' 4''$
ثم اضيف الاختلاف $9''$ الى الارتفاع الظاهري $14^{\circ} 0' 5''$ يصير $23^{\circ} 0' 5''$ واطرح منه الارتفاع
الحقيقى اى $52^{\circ} 49' 4''$ بين $21^{\circ} 10'$ وهو الانكسار عند $14^{\circ} 0' 5''$ من الارتفاع الظاهر

(٤٤) نرى بين هذا الانكسار والمذكور في الجدول للارتفاع المفروض فرقاً وربما حصل من عدم الدقيق في معرفة الاختلاف في ذلك الوقت وقد فصلنا هذا العمل فترى مقدار الانكسار على موجب ما فصلناه هنا اقرب الى الجدول من المذكور اعلاه. في المثلث ا ب س (شكل ١٢) مفروض متم العرض اس = $٥٠^{\circ} ٩' ٤١''$ ومتم الميل اب = $٢٥^{\circ} ٥٩' ٧٤''$ والزاوية ا = $٦٠^{\circ} ٤٠' ١٠''$ كما لها ٨٠° من س احدى الزوايا المجهولة ارسم د عمودياً على اب بعد اخراجه ثم بحساب المثلثات الكروية



شكل ١٢

نق: ن ج ا: جاس اس: جاس اد اصف اد الى اب فلنا بد ثم قل

ن ج اد: ن ج بد: ن ج اس: ن ج بس

ثم لاستعلام اد

$$\text{ن ج ا} = 100 = \text{كلما} = 80.1680$$

$$\text{جاس اس} = 50.941 = 941671$$

$$941671 = \text{جاس اد} = 58.278$$

$$\text{اد} = 58.288$$

$$\text{اضف لـ اب} = 25.5974$$

$$25.5974 = \text{بد} = 83.278$$

لاستعلام بس

$$\text{ن ج بد} = 83.278 = 25.5974$$

$$\text{ن ج اس} = 50.941 = 876697$$

$$876697 = 18.22101$$

$$\text{اطرح ن ج اد} = 58.278 = 995002$$

$$995002 = \text{ن ج بس} = 3.980$$

$$\text{اطرحه من} = 3.980$$

$$3.980 = 80.941$$

$$80.941 = \text{الارتفاع الحقيقي}$$

ثم ان اختلاف الشمس في ايار = 8.50

اصح بذلك الارتفاع الظاهر = 88.44

$$88.44$$

الاصلاح للاختلاف =

$$88.44 = \text{الارتفاع الظاهر بعد الاصلاح للاختلاف}$$

$$88.44 = 57.00$$

اطرح الارتفاع الحقيقي

$$57.00 = \text{الانكسار} = 31.44$$

وذلك يوافق ما في الجدول تقريباً

اما زيادة رطوبة الهواء او قلتها فلا تفعل في الانكسار لان الرطوبة تزيد لطافة الهواء بنفس ما

تزيد قوة الانكسار فيقل الانكسار باللطافة بمقدار ما يزداد بالرطوبة

(٤٥) بواسطة نظير ما ذكر نستعلم الانكسار لكل درجة من الارتفاع الظاهر ومتى قيس ارتفاع جرم سماوي يجب اضافة الاختلاف اليه وطرح الانكسار منه لنعلم الارتفاع الحقيقي ويجب ايضا مراعاة حال البارومتر والترمومتر لكي يعرف الانكسار بالتدقيق

(٤٦) نرى من الجدول ان الانكسار في الافق $\approx 23'$ تقريباً ولكن قطر الشمس وقطر القمر هما اقل من ذلك فيظهران لنا صباحاً قبل طلوعها ومساءً بعد غروبها حقيقة

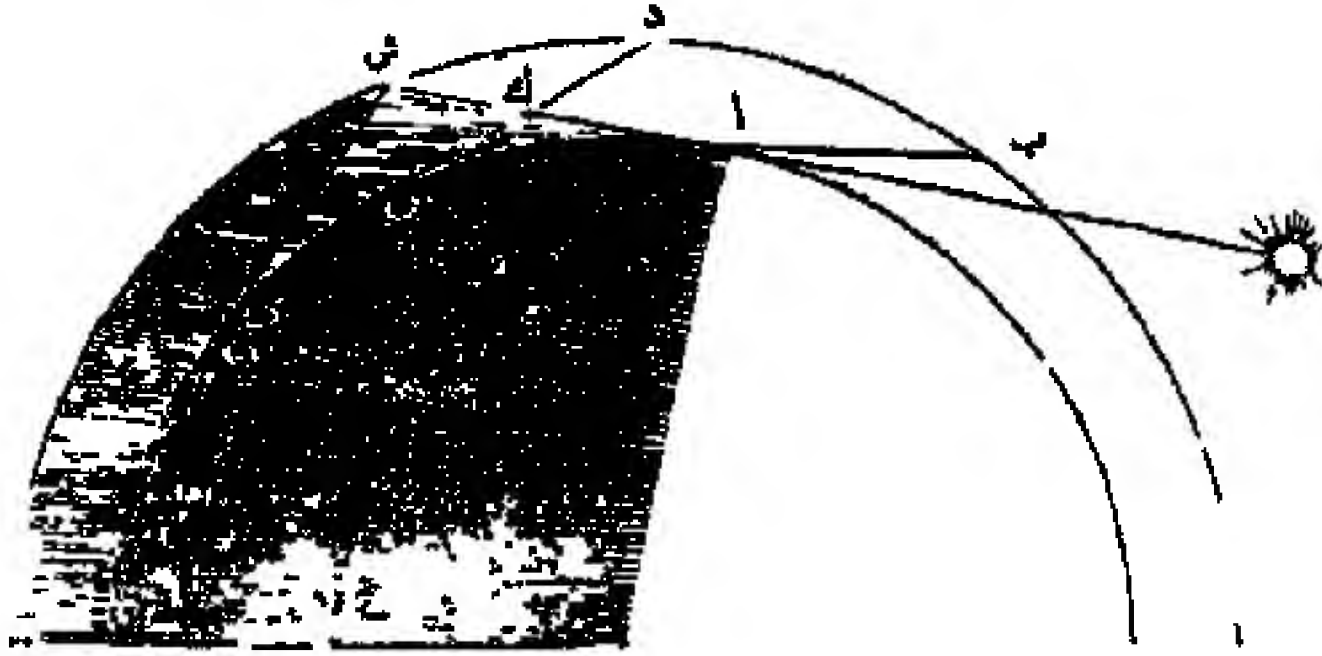
(٤٧) نرى الشمس احياناً كثيرة متى كانت في الافق تتغير عن هيئة الاستدارة وتصبح هليجية خاصة اذا كان على وجهها غيوم رفيقة بوجودها نستطيع ان نؤكد هيئة الشمس وسبب ذلك انما هو الانكسار لان الجزء الاسفل من الشمس يرتفع بالانكسار اكثر من الجزء الاعلى منها لزيادة الانكسار بقرب الافق فيقتصر قطرها القائم ويطول قطرها الافقي وهذا التغير ظاهر في الجبال اكثر من السهول لزيادة ميل وقوع الشعاع على كفة الهواء في الجبال وفي ايام البرد اكثر من ايام الحر لزيادة كثافة الهواء بالبرد فتزداد بذلك قوته لتكسر الشعاع وقد شوهد قصر القطر القائم $6'$ اي $\frac{1}{6}$ النظر كلو في بعض الاماكن الشمالية الباردة جداً بقصر اكثر من ذلك

(٤٨) يترايا لنا احياناً كأن الشمس والقمر وهما في الافق اكبر منها عند وصولهما الى الهاجرة مع انها اقرب اليها اذا كانا على خط نصف النهار فكان يُظن انها يظهران اكبر عند ذلك ولا يقاس فرقاً بين قطر الشمس في الوقتين بادق القياسات ولكن الفرق ظاهر في القمراذ يرى قطر على خط نصف النهار اطول منه في الافق فسبب ظهورها عند الافق اكبر ينضج من النظر الى حكم الحواس بالاشباح الارضية لاننا نحكم على بعد جرم وبالنسبة على مندار وليس فقط من زاوية النظر بل ايضا من كثرة الاشباح الواقعة بين العين والشبح المنظور او قلنا ومتى كان الشمس او القمر في الافق يقع بينهما وبين العين اشباح كثيرة فنحكم بانها ابعد عنا ونسب لما جرمنا اكبر بالنسبة الى ذلك والامر خلاف ذلك متى كانا على خط نصف النهار ويبرهن ذلك من انه اذا نظرنا اليها من وراء زجاجة مدخنة لا نرى فرقاً في قطر احدهما في الوقتين

في الشفق

(٤٩) يراد بالشفق النور بين الفجر وطلوع الشمس وبين غروبها والعتمة ومقدار منه حاصل من الانكسار كما تقدم واكثر من الانعكاس لانه متى كانت الشمس اقرب من $18'$ الى الافق قبل طلوعها او بعد غروبها يصل اليها شيء من نورها ولا يكون ذلك الا من الانعكاس ليكن اب (شكل ١٣) افق ناظر مقامه عند ا و ش ش شعة من الشمس متى كانت تحت

الافق درجتين او ثلاث درجات فالناظر عند ابرى القطعة من الهواء ابش مضبئة والناظر عند
س افقة س د لا يرى سوى قطعة ذلك مضبئة والناظر عند ي افقة ي ش لا شفق له



شكل ١٢

(٥٠) قد تقدم ان الشفق يندى صباحاً وينتهي مساءً عند وصول الشمس الى 18° تحت
الافق وقد عيّن هذا الحد من مراقبة الوقت بين الغياب واول ظهور النجوم الصغار في جهة الشفق
وهو ساعة واحدة و١٢ دقيقة $= 18^\circ$ هذا عند خط الاستواء حيث تكون جميع الدوائر اليومية عمودية
على الافق وعند القطب يبقى الشفق طالما كانت الشمس اقرب الى خط الاستواء من 18° وميل
الشمس لا يزيد عن $23^\circ 27' 47''$ فتكون ظلمة كاملة عند القطب في مدة مرور الشمس على $5^\circ 27' 47''$ ميلاً
قبل وصولها الى المدار وبعد ان اُضيّف الى ذلك الانكسار وطرح الاختلاف لا يبقى سوى ٢٠ يوماً
ظلمة كاملة عند القطب فيكون الانتقال من نهار الى ليل ومن ليل الى نهار شيئاً فشيئاً مدة طويلة ثم
في الكرة المائلة اي بين خط الاستواء والقطب يطول وقت الشفق بالنسبة الى بعد المكان عن
القطب المرتفع

(٥١) نرى في قوة الهواء لتكسير النور وتعكيسه شيئاً من حكمة الخالق ورحمته لانه لولا ذلك
لما امكنا ان نرى شيئاً الا ما وقع عليه نور الشمس نفسه ولكانت ظلمة دائمة كلما جلسنا تحت ظل او
كلما اجتمعت الشمس عنا بسحابة ولا تنقلنا من نهار الى ليل ومن ليل الى نهار بغتة. وفي اماكن مرتفعة
حيث الهواء لطيف وقوية على التعكيس قليلة يرى لون الفلك مسوداً واحياناً تظهر النجوم بالنهار

مسائل على الكرة

لاستعلام بداءة الشفق ونهايته في مكان مفروض ليوم مفروض

استعلم ميل الشمس للوقت المفروض وارفع القطب الشمالي او الجنوبي حسب كون الميل شمالاً
او جنوبياً وركب ربع الارتفاع على درجة ميل الشمس ثم قدم المكان المفروض الى المنطقة الخامسة
وضع العقرب على ١٢ ثم ادرك الكرة شرقاً حتى يقع المكان تحت الافق فيدل العقرب على وقت الغروب

ثم ادرها ايضاً الى ان يصير المكان ١٨ تحت الافق حسب ربع الارتفاع فيبدل المغرب على وقت انتهاء الشفق مساءً وبالعكس تُعرف بداءته صباحاً

كم يوماً يبقى الشفق طول الليل في لندن - في بطرسبرج
هل يمكن ان يدوم الشفق من الغروب الى الشروق في عرض القسطنطينية
كم يوماً يبقى الشفق عند القطب

(٥٢) اننا بواسطة الشفق نستعمل علو كرة الهواء او بالاحرى ذلك الجزء من كرة الهواء الذي تكفي كثافته لتعكس النور اليها بشعريه

ليكن س (شكل ١٤) مركز الارض و و مقام ناظر على سطحها و ص ح جهة وقوع الشعاع عند آخر الشفق اية متى جعلت مع الافق ح س ص = ١٨ فيكون اعلى كرة الهواء الذي منه يأتي



شكل ١٤

الشفق في الافق عند ح و ص ح ماس لسطح الارض ثم ان رُسم
نصف القطر س و والقاطع س ح تكون الزاوية و س و =
ح س ص = ١٨ والزاوية ح س و = ؟ و قاطع ؟ حسب الجدول
= ١٠١ ان حسب نصف القطر واحداً. اطرح من القاطع
س غ اي ابقى $\frac{1}{2}$ من نصف قطر الارض فان حسبنا القطر
٧٩١٣٤ ميلاً نصفه = ٣٩٥٦٧ + ١٠٠ = ٣٩٦٦٧ ميلاً

اي علو كرة الهواء غير ان فعل كرة الهواء في الخسوف واشتعال
النيازك يدل على وجود هواء على علو ٥٠٠ ميل من سطح الارض وان كان على غاية اللطافة

الفصل الرابع

في الوقت والحساب السنوي

(٥٣) الوقت مقدار من الدهر ويقاس بكل ما يقسم مقداراً من الدهر الى اجزاء متساوية
كخطران رقاص او ساعة رملية وما يشبه ذلك

(٥٤) القياس الاصلي للوقت هو زمان دوران الارض على محورها مرة واحدة وهو واحد ابداً
كما علم من ادق المراقبات و زمان دوران الارض على محورها مرة واحدة يتعين بدوران نجم من الهاجرة

الى ان ينتهي اليها ايضاً وقد سميت تلك البرهة يوماً نجمياً وانقسم الى ٢٤ ساعة نجمية ومن المراقبات في عصور مختلفة من اماكن كثيرة قد تأكد ان هذه المدة متساوية ابداً

(٥٥) الوقت الشمسي يُحسب من دوران الشمس الظاهر من الهاجرة الى رجوعها اليها ايضاً فلو كانت الشمس ثابتة كنجيم ثابت لكان الوقت الشمسي والنجمي واحداً اما الشمس فتنتقل شرقاً ٢٦٠' ٢٤ في ٢٦٥ يوماً اي درجة واحدة تقريباً كل يوم وبالتدقيق ٥٩' ٢٥' ٨" اي الارض تكمل دورانها السنوي في ٢٦٥ يوماً ٥ ساعات ٤٨ دقيقة ٦١ ثانية

$$\frac{٢٦٥}{٥١' ٦١'' ٤٨''} = ٨' ٢٥' ٥٩''$$

اي في مدة دوران الارض مرة واحدة على محورها تكون الشمس قد انتقلت من خط نصف النهار نحو الشرق فيبقى مقدار ذلك التقدم للارض ان تدور قبل وصول الشمس الى خط نصف النهار ايضاً اي ان تدور الشمس بالظاهر لاجل انقضاء يوم شمسي ٢٦٠' ٢٥' ٨" ثم

$$٢٦٠' ٢٥' ٨'' : ٨' ٢٥' ٥٩'' :: ٢٤ : ٥٥' ٩''$$

اي زيادة اليوم الشمسي على النجمي او بالتدقيق ٢' ٥٥' ٩'' اي كنسبة ١ : ٢٧٣٧٩ : ١٠٠٠ فلتحويل الوقت الشمسي الاوسط الى وقت نجمي اضربه بالعدد المشار اليه اي ١٠٠٢٧٣٧٩ وان حسبنا اليوم النجمي ٢٤ ساعة يجب ان نحسب اليوم الشمسي ٢٤' ٥٥' ٩'' وقد جرت المادة ان يُحسب اليوم الشمسي ٢٤ وان نُطرح الفصلة المذكورة من اليوم النجمي فيبقى ٢٢' ٥٦' ٩''

(٥٦) لو كانت حركة الشمس في دائرة البروج على التساوي ابداً لكانت الفصلة المذكورة هي الفرق بين اليوم الشمسي والنجمي ابداً ولكن الشمس تارة تبطو واخرى تسرع كما سيأتي بيانه والاقواس من خط الاستواء ومن دائرة البروج الواقعة بين خطين من خطوط نصف النهار ليست متساوية كما سيأتي شرحه والمدة بين انتقال الشمس من خط نصف النهار الى ان تعود اليه في وقتاً ظاهراً وهذه الازمنة غير متساوية كما ذكر فتكون الايام الشمسية غير متساوية

(٥٧) ثم لكي نحصل على قياس ثابت للوقت تتوهم شمس وهمية تتحرك على خط الاستواء على التساوي فتكون المدة بين انتقالها من خط نصف النهار حتى تعود اليه ايضاً معدل طول الايام الشمسية في مدار السنة وتسمى الوقت الاوسط وهذه الشمس الوهمية تارة تسبق الحقيقية واخرى تتأخر عنها كما سيأتي بيانه فلا يمكننا ان نعرف الوقت الاوسط من مراقبة الشمس الوهمية بل نعرف الوقت الظاهر من مراقبة الحقيقية ثم ان حسبنا كمية تقدم الوهمية على الحقيقية وتأخرها عنها فتنضاف الى الوقت الظاهر او تُطرح منه فلنا بذلك الوقت الاوسط وقد سمي هذا المضاف او هذا المطروح معادلة الوقت

ليكن ق (شكل ١٥) القطب و ق م قوساً من خط نصف النهار و كم قوساً من خط الاستواء
و لكي قوساً من دائرة البروج و ك الاعتنال الحقيقي و د الاعتنال الاوسط و ر الاعتنال الاوسط



شكل ١٥

محوّلاً الى خط الاستواء و ن الشمس الحقيقية و ش الشمس
الوهمية فيكون مرق ش الوقت الظاهر الشمسي و مرق ش
الوقت الاوسط الشمسي و كش الصعود المستقيم للشمس
الحقيقية و ك ر معادلة الاعتنال في صعود مستقيم

افرض ع = ش ش = معادلة الوقت

" ص = كش = ص مستقيم للشمس الحقيقية

" ط = رش = طول الشمس الاوسط

" ق = ك ر = معادلة الاعتنال في صعود مستقيم

فلنا من الشكل

(١٨)

ع = ص - (ط + ق)

اي معادلة الوقت تعدل صعود الشمس المستقيم الا مجتمع طول الشمس الاوسط مع معادلة

الاعتنال في صعود مستقيم

اذا كان صعود الشمس المستقيم اكثر من الطول الاوسط بعد اصلاح معادلة الاعتنال تضاف
معادلة الوقت الى الوقت الظاهر لاجل معرفة الوقت الاوسط والا فتطرح منه

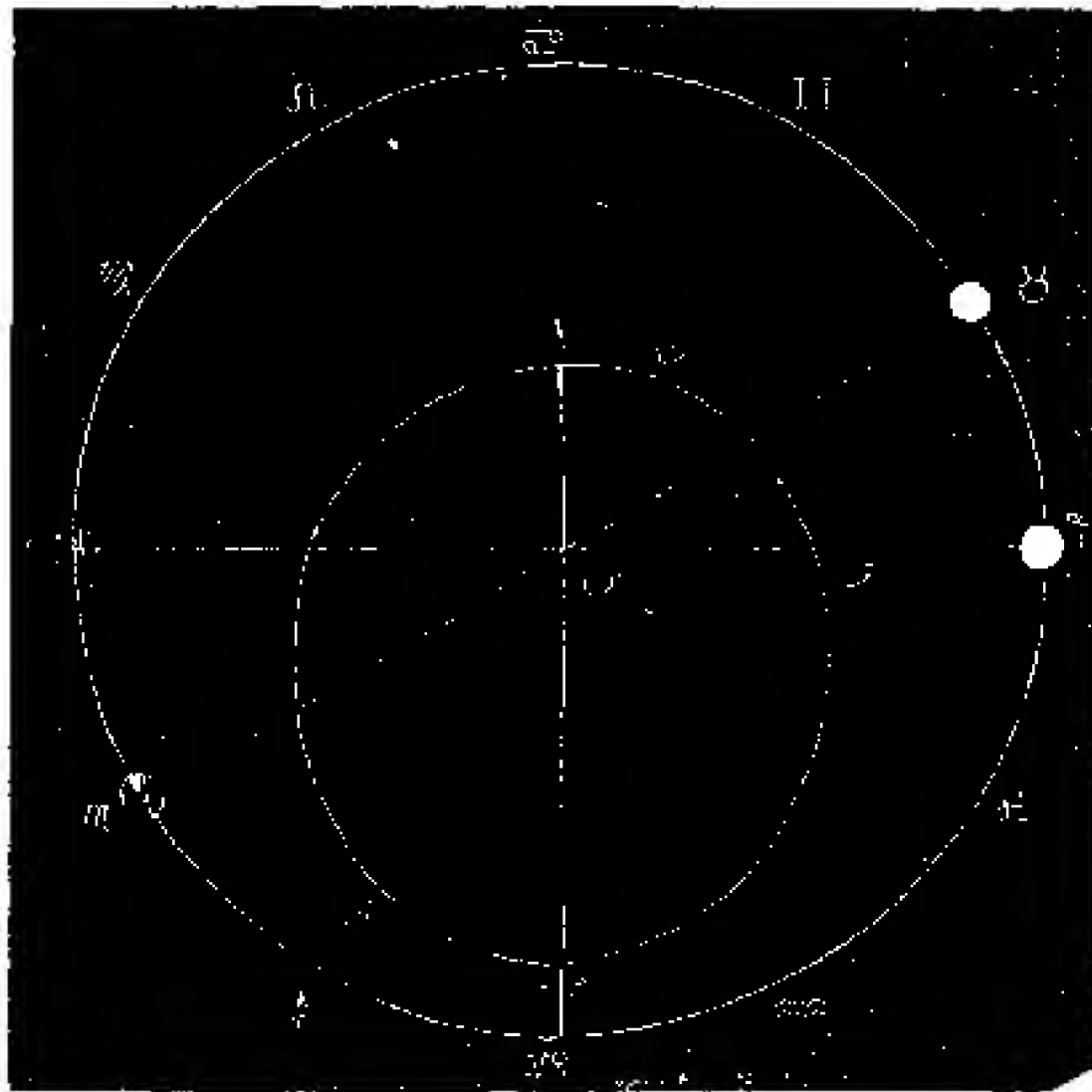
تنبيه . يجب ان نيز بين اليوم الاعنيادي المحسوب من نصف الليل الى الظهر ١٢ ساعة ومن
الظهر الى نصف الليل ١٢ ساعة واليوم عند علماء الهيئة فانه محسوب من الظهر الى الظهر ٢٤ ساعة
مثاله اليوم الاول من كانون الاول الاعنيادي يبتدئ من نصف الليل واليوم الثاني من نصف
الليل التالي وعند علماء الهيئة يبتدئ الظهر والثاني يبتدئ في اليوم الثاني الظهر فلو قيل ١٢ يوماً من
شهر حساب اعنيادي ل قيل ١٢ يوماً ١٢ ساعة حساب فلكي ولو قيل ١٥ يوماً ٦ ساعات حساب
اعنيادي ل قيل ١٤ يوماً ١٨ ساعة حساب فلكي فيكون الفرق بينها ١٢ ساعة ابداً فانتبه

(٥٨) ان الساعات غالباً تُضبط للدلالة على الوقت الاوسط وليس لنا دليل طبيعي على

ذلك كما لنا على الوقت الظاهر فيجب ان نعرف معادلة الوقت الواجب طرحها من الظاهر او
اضافتها اليه للحصول على الوقت الاوسط فلنفرض ساعتين احدهما حافظة الوقت الظاهر والاخرى
الاوسط فالفرق بينهما هو معادلة الوقت والاولى تارة تتقدم واخرى تتأخر عن رفيقتها ومعظم
الفرق بينها ١٦' ١٧" بقرب اليوم الثالث من تشرين الثاني وتوافقان اربع مرات كل سنة اي بقرب

١٥ نيسان و١٤ حزيران و٢١ آب و٢٤ كانون الاول وهذه الاوقات تتغير قليلاً لسبب تغير وقت وصول الشمس الى نقطة الراس ونقطة الذنب لانها تتقلان كل سنة من الغرب الى الشرق $١١' ٧٧''$ ففي مضي الادوار لا تكون الشمس على اسرع حركتها في اول كانون الثاني كما هي الآن فتتغير ايضاً اوقات اتفاق الساعين المشار اليها

(٥٩) ان التفاوت بين الايام الشمسية له علتان احدها عدم مساواة حركة الارض في دوراتها السنوي كما سبقت الاشارة اليه والاخرى ميل سطح دائرة البروج على سطح دائرة خط الاستواء اولاً لتكون حركة الارض حول الشمس غير متساوية وذلك من كون فلكها هليجياً فتكون



شكل ١٦

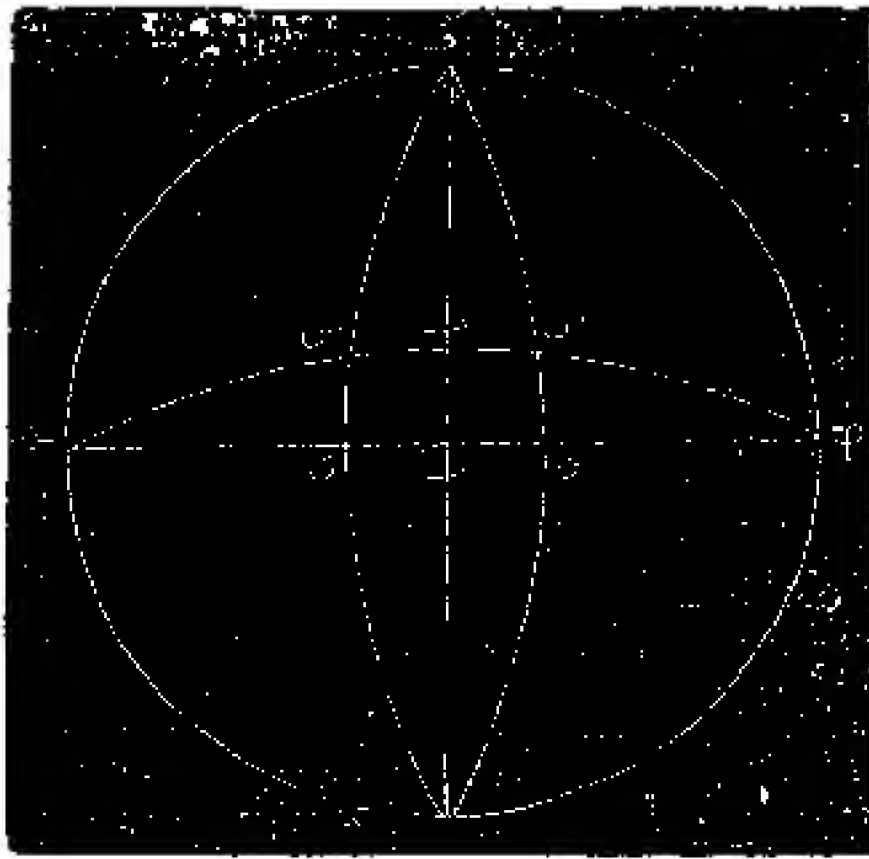
حركاتها بين الاعتدال الخريفي والريبي اسرع من حركاتها بين الربيعي والخريفي والفرق بين المديتين هو ٨ ايام تقريباً وبالتدقيق ٧ ايام $١٧' ١٧''$ وذلك ينضج من شكل ١٦

لتكن ش الشمس واي ب طريق الارض حول الشمس و ا موضع الارض وهي في نقطة الراس وب مكانها وهي في نقطة الذنب وي ي ي مواقع مختلفة للارض في فلكها بين البروج كما كانت تترابا لو نظير اليها من

الشمس فتى كانت عند ي مثلاً قيل انها في برج الحمل وفي حركتها من ي الى ي تمر في برج اشور الى برج الجوزاء وتمر الشمس في الميزان والعقرب والرامي الخ لناظر اليها من الارض وحركة الارض من الحمل الى الميزان اسرع من حركتها من الميزان الى الحمل كما سيأتي بيانه وفي هذا العصر هي في نقطة الراس متى كانت في برج السرطان اي $٩٩' ٢٠' ٢٩''$ من الاعتدال الربيعي وتمر الارض بذلك البرج في اوائل كانون الثاني

(٦٠) هنا من جهة عدم مساواة حركة الارض في طريقها حول الشمس ولو كانت تلك الحركة متساوية لما حصل من ذلك تساوي الايام الشمسية لان الوقت انما يحسب على خط الاستواء وقد تقدم ان دائرة البروج اي طريق الارض حول الشمس مائلة على خط الاستواء فلو تحركت الارض بالتساوي في دائرة البروج لكانت تقطع اقواساً غير متساوية من خط الاستواء كما ترى من

الكرة ان اقواس الطول واقواس الصعود المستقيم هي تارة غير متساوية واخرى متساوية وتضع ذلك ايضا من شكل ١٧ لوكن حل ميزان خط الاستواء وحل ميزان دائرة البروج وفي في دائرتين من دوائر نصف النهار تلاقيان الشمس في ص وص فالتوس حل ص < حل ي وحل ت = حل ت لان كل واحدة منها ربع دائرة اي ٩٠° وحل ص ميزان = حل ي ميزان لان كل واحدة منها ١٨٠° اية نصف دائرة



شكل ١٧

وص ميزان < ي ميزان فتكون حل ص > حل ي اي اقواس الطول احيانا اطول من اقواس الصعود المستقيم وحيثا اقصرتما وحيثا متساوية لما فكان يختلف اليوم الشمسي من ذلك ولو كانت حركة الارض على التساوي

(٦١) نرى ما سبق انه اذا عرفنا الصعود

المستقيم للشمس الحقيقية والوهمية يكون الفرق بينهما

بعد تحويله الى وقت معادلة الوقت فتطرح متى سبقت الحقيقية وتضاف متى سبقت الوهمية وقد تقدم ان زمان اسرع حركة الارض بتغير قليلا كل سنة فتتغير هذه المعادلة كل سنة ويفعل في غيرها حركة اخرى للارض سميت الكبر فلذلك لا يمكن ان نوضع معادلات الوقت في جدول عام لكل السنين كما فعل في الاختلاف وغيره بل يقتضي ان نتناول هذه المعادلة من الجدول السنوية ان ضبطت الساعات على المغرب غير ممكن للأسباب المذكورة آنفا ولا يمكن ان نُضبط ساعة للوقت الظاهر بها كان المحط المعول عليه لانه يقتضي لها ان تسرع تارة وتبطواخرى بل الأولى ضبط الساعات للوقت الاوسط

في فرانسا كان الاعتماد على الوقت الظاهر الى سنة ١٨١٦ ولم تنفق ساعتان من ساعاتهم وقتا. حكى الفيلسوف اراكو قال اخبره مرة الفيلسوف الشهير معلم الهيئة دي لامبر انه كثيرا ما رأى ساعات الابنية المشاعة تختلف ٣٠ دقيقة بعضها عن بعض وعند ما قصدوا التغير من الاعتماد على الوقت الظاهر للاعتماد على الوقت الاوسط لم يرض رئيس ضباط پاريز ان يختم الامر بذلك خوفا لهيجان بين الشعب ولكنه لم يحدث شيء من ذلك ولم ينس احد اكثر من الساعاتيين لانه على الترتيب القديم لم يمكنهم ان يضبطوا الساعات فكانوا دائما تحت لوم المشتريين ولم يستطيعوا ان يقتنعوا بان العلة في الشمس ولا في ساعاتهم

(٦٢) ان اسنعلنا الوقت من مراقبة الشمس بواسطة وفوع خيال جسم عمودى على سطح الافق على خط مرسوم شمالاً وجنوباً يكون لنا من ذلك الوقت الظاهر ثم نحوله الى وقت اوسط باضافة معادلة الوقت او طرحها حسب منتضى يومنا

(٦٣) ان عند علماء الهيئة نوعاً آخر من الوقت مسمى الوقت النجمي وهو محسوب من لحظة وصول الاعتدال الربيعي الى الهاجرة ويُحسب من ٠ الى ٢٤ ساعة فلو قيل مثلاً ان جرماً يطلع او يغيب او يصل الى خط نصف النهار في الساعة الثالثة من الوقت النجمي لكان المراد ان ذلك يحدث ثلاث ساعات بعد مرور الاعتدال الربيعي بهاجرتنا

ثم اذا حسبنا اليوم النجى اى ١٠٠٠٠ ١٦١٦٤٠ " واحدا وانقسم على ذلك اليوم الشمسى اى ١٠٠٠ ١٦٤٠٠
 يكون اليوم الشمسى ١٠٠٠ ٢٧٢٧٩١ من يوم نجى وفضلتها اى ١٠٠٠ ٢٧٢٧٩١ - ١٠٠٠ ٢٠٠٠٠ = ١٠٠٠ ٧٢٧٩١
 وقت نجى فضلة اليوم الشمسى الاوسط واليوم النجى

ثم $24^{\circ} 2' 55.04''$:: $1^{\circ} 10' 6.01''$ = مبادرة اليوم النجدي على اليوم الشمسي في ساعة واحدة
 لاجل التسهيل وضعت الجدول السابع للدلالة على اكتساب اليوم النجدي على الشمسي لكل ساعة
 ودقيقة وثانية وقت شمسي اوسط

في الحساب السنوي

(٦٤) ان مدة دوران الشمس من نجم الى ان تعود اليه ايضا هي سنة نجمية وطولها ٣٦٥ يوما
 ٩^٦ ٦^٦ ٩^٦ ومدة دوران الشمس من الاعتدال الربيعي الى ان تعود اليه ايضا هي السنة الشمسية وطولها
 ٣٦٥ يوما ٥^٨ ٤^٨ ٧^٩ وذلك لان الاعتدالين يتقهران كل سنة من الشرق الى الغرب ٢^٥ ٠^٠
 فتبكر الشمس بالعود الى الاعتدال بما يلزمها للورود على قوس ٢^٥ ٠^٠ اي ٣٠^٦ ٩^٦ ١^٩ فضلة
 السنة النجمية والشمسية وبسبب اضطراب في مبادرة الاعتدال من قبل فعل السيارات لا يتقهر على
 التساوي في كل وقت فيتغير طول السنة الشمسية وهي الآن تقصر ٥^٤ ٥^٠ كل مئة سنة وسياتي
 ذكر كل ذلك مفصلاً

كذلك الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب يتحرك من الغرب الى الشرق $11^{\circ} 11'$ كل سنة فيدور ان الشمس من نقطة الرأس الى ان تعود اليه ايضا اطول من سنة نجمية لان تلك النقطة قد انتقلت غربا وفضلتها مدة مرور الشمس على $11^{\circ} 11'$ اي $2^{\circ} 39'$ فتكون السنة هذه 365 يوما $6^{\circ} 13' 14'' = 365^{\circ} 181' 59'' = 365$ يوما من الايام الشمسية المعتدلة وهذه السنة تُعرف بالسنة الوسطى كما سيأتي في محله

(٦٥) ان القدماء استعملوا السنة بواسطة عَلم عمودي على سطح مستوي يوازي سطح الافق

الحساب السنوي

٤١

ومرسوم عليه خط مستقيم يوافق الهاجرة في يوم الظل الاقصر هو يوم المدار الصيفي والمدة بين يومي الظل الاقصر هي السنة الشمسية وبما انهم وجدوها ٣٦٥ يوماً اعتمدوا على ذلك مع ان تلك المدة اقصر من السنة الحقيقية ست ساعات فوقع خلل في الحساب لانه اذا وقع المدار الصيفي على ٢١ حزيران في سنة فبعد اربع سنين يقع على الثاني والعشرين وبعد اربع سنين آخر على الثالث والعشرين ولم يجز في الزمان القديم لاحظ اهل ثيبا في بلاد مصر لزوم اصلاح الحساب السنوي بسبب هذا الخلل اي ان تحسب السنة ٣٦٥ يوماً وست ساعات اما هيرخوس فوجد ان اضافة ست ساعات الى السنة هي اكثر من اللازم بربع دقائق و٤٨ ثانية (٤٨ ث) اما الباطني فحسب الزيادة عما يلزم ٤٨ ث وهذه قائمة ما اعتمد عليه في اعصار مختلفة من الزمان القديم الى الوقت الحاضر

يوم	س	د	ث	
٣٦٥	.	.	.	المصري القديم
"	٦	١٨	٥٧	آكيون وميتون
"	٦	.	.	كليس وغيره
"	٥	٥٥	١٢	هيرخوس
"	٥	٥٠	٣٠	الهنود
"	٥	٤٦	٢٤	الباطني
"	٥	٤٩	١٦	الفنسيوس سنة ١٢٥٢
"	٥	٤٨	٥٠	ولتر
"	٥	٤٩	٦	كوبرنيكوس ١٥٤٢
"	٥	٤٨	٤٥ $\frac{1}{3}$	تيغوبراي ١٦٠٢
"	٥	٤٨	٥٧ $\frac{6}{7}$	كيلر
"	٥	٤٨	٥٢ $\frac{4}{5}$	كاسيني ١٧٤٢
"	٥	٤٨	٥٧ $\frac{5}{6}$	فلسنيد
"	٥	٤٨	٥٤ $\frac{8}{9}$	هالي
"	٥	٤٨	٤٩	لاكائل
"	٥	٤٨	٥١ $\frac{6}{7}$	دي لامبر
"	٥	٤٨	٤٩ $\frac{7}{8}$	لاپلاس
"	٥	٤٨	٤٧ $\frac{8}{9}$	بسل

(٦٦) ان ايام السنة الشمسية في ايام صحيحة وكسري اي $٢٦٥ \frac{٢٤٢٢٤١}{١٠٠}$ يوماً وفي ١٠٠ سنة (اذا حسبنا السنة ٢٦٥ يوماً) ٢٦٥٠٠ يوم وذلك يقتصر عن ٢٦٥ دوران للشمس بمقدار ٢٤ يوماً. ولإصلاح هذا الخلل نهض يوليوس قيصر بمساعدة النجم المصري سوجينوس وأضاف يوماً واحداً الى شهر شباط كل سنة رابعة وسميت كل سنة رابعة كيسة وبقي الاعتماد على ذلك الى اواخر القرن السادس عشر مع ان فيه خطأ $١١ \frac{٢٩}{٨٠}$ اي $٧٧٨ \frac{١}{٨٠}$ من اليوم كل سنة اي يوم كامل كل ١٢٩ سنة وأكثر من ٧ ايام كل ١٠٠٠ سنة وفي ايام سوجينوس المذكور وقع الاعتدال الربيعي في ٢٥ آذار ثم في سنة ٢٢٥ بهم حكم الجمع النيقاوي بان يوم الاعتدال الربيعي يُحسب الحادي والعشرين من شهر آذار لاجل اصلاح الخطأ المتزايد منذ عصر يوليوس قيصر ومن ثم الى سنة ١٥٨٢ بلغ الخطأ ١٠ ايام بسبب الزيادة المشار اليها اي صار الاعتدال الربيعي في ١١ آذار فحكم البابا غريغوريوس الثالث عشر باسقاط عشرة ايام من تلك السنة من شهر تشرين الاول فحسبوا اليوم الخامس من اليوم الخامس عشر ولتلا يعود الخطأ اعتماداً على هذه القاعدة

كل سنة لا تنقسم على ٤ بدون باقي تُحسب لها ٢٦٥ يوماً وكل سنة تنقسم على ٤ ولا تنقسم على ١٠٠ بدون باقي تُحسب لها ٢٦٦ يوماً وكل سنة تنقسم على ١٠٠ ولا تنقسم على ٤٠٠ تُحسب لها ٢٦٥ يوماً وكل سنة تنقسم على ٤٠٠ تُحسب لها ٢٦٦ يوماً

مثال ١٨٢٨ لا تنقسم على ٤ فلها ٢٦٥ يوماً اما ١٨٤٠ فكيسة ولو حُسبت كل سنة رابعة كيسة لاختلف الحساب يوماً كاملاً في كل ١٢٩ سنة كما تقدم فيحسب لكل سنة ٢٦٥ يوماً فيكون قد انقطع ذلك اليوم من المئة السنة والواجب ان يُقطع في اليوم فقط فيختلف الحساب بذلك يوماً في ٤٠٠ سنة ولذلك تُحسب كل سنة ٤٠ كيسة وعلى هذا الاسلوب يختلف الحساب اقل من يوم في ٤٢٢٧ سنة ثم ان حُسب ٢٦٥ يوماً لكل سنة تنقسم على ٤٠٠٠ لا يختلف الحساب بأكثر من يوم واحد في ١٠٠٠٠ سنة

الدور الشمسي هو مدة ٢٨ سنة يوليوسية اي $٢٨ \times ٣٦٥ \frac{٢٥}{١٠٠}$ وفي كل دور شمسي توافق ايام الاسابيع ايام الشهور التي وافقتها قبل ٢٨ سنة. لان ٤ سنين يوليوسية = ١٤٦١ يوماً وهذا العدد ليس هو عدداً لسبعة بل $٤ \times ٣٨ = ٢٨$ في عدداً لسبعة وعند الميلاد كان قد مضى من هذا الدور ٩ سنين فلاجل استعمال الدور الشمسي اُضيف الى السنة ٩ واقسم على ٢٨ فالخارج عدد الادوار في التاريخ الميلادي والباقي موقع السنة في الدور. مثالة لاستعلام موقع ١٨٧٤ في الدور الشمسي $١٨٧٤ \div ٢٨ = ٦٧$ وبقي ٦ في السنة السابعة من الدور الشمسي

الدور القمري ١٢ سنة او ٢٣٥ دورة قمرية ويفرق عن ٩ سنة يوليوسية ساعة ونصف ساعة تقريباً

كما سيأتي في الكلام عن القمر

دور التصريح (Indiction) مدة ٥ سنة عيَّن بها الملك قسطنطين عوضاً عن الاليجاد اليوناني على زعم البعض . والبابا غريغوريوس السابع عيَّن اليوم الأول من سنة ٣١٢ مسيحية محطاً فعلي ذلك كانت السنة الأولى المسيحية الرابعة من دور التصريح بالتفهر ولاستعلام موقع سنة في هذا الدور اُضيف إليها ٢ واقسم المجتمع على ١٥ فالباقي موقع السنة في الدور

مثالة موقع سنة ١٨٧٤ في هذا الدور $1874 = 2 + 1872 = 10 + 120$ ويبقى ٢ فهي الثانية في الدور وإن لم يبق باقي فهي الخامسة عشرة

$7980 = 10 \times 19 \times 28$ فهي الدور اليوليوسي وعند مرورها تعود ادوار الشمس والقمر والتصريح على اتفاق كما كانت في أوله وهو يحسب من ٤٧١٢ ق م من أول كانون الثاني من تلك السنة فيالدور التاريخي الذي اليه تحول كل الحوادث في ١٢ سنة ٤٧١٢ ق م الظاهر لهاجرة اسكندرية مصر لان بطليموس اعتمد على تلك الهاجرة قاعدة لكل حساباته

(٦٧) ان هذا الاصلاح قيل عموماً في الغرب ولم يقبل في روسيا والشرق وقد بلغ الفرق بين الحسابين ١٢ يوماً تقريباً وإن بني الامر على ما هو فيحسب اهل الشرق سنة ١٦٠٠ كيسة واهل الغرب يحسبونها اعتيادية فيصير الفرق بينهم ١٣ يوماً وعلى هذا الاسلوب يزيد الاختلاف بين الحسابين يوماً كل قرن

(٦٨) ان طُلب تحويل الحساب الشرقي الى الحساب الغربي فاطرح من الاول يوم لكل ١٢٩ سنة من سنة ٢٢٥ فصاعداً لان الفرق ١١ ' ٢٩ ' ٨" يبلغ الى يوم كامل في ١٢٩ ' ٢٦ سنة السنة الاعتيادية تنتهي في اليوم من ايام الاسبوع الذي ابتدأت عليه والكيسة تنتهي يوماً واحداً بعد الذي ابتدأت به

(٦٩) ان اختلاف هذه الحسابات السنوية قلما ياتر في المراقبات الفلكية القديمة اذ يعرف وقت حدوث خسوف مثلاً في الماضي كما يعرف في المستقبل فان اخبرنا التاريخ بمحاذة مقرونة عند حدوثها بكسوف الشمس او خسوف القمر في سنة ما من اي حساب كان فيحسب وقت وقوع ذلك الخسوف بموجب حسابنا فيستعلم من ذلك وقت وقوع المحاذة التاريخية بالتدقيق التام لاجل تسهيل تحويل الوقت الاوسط الى وقت نجمي قد وُضِع الجدول الثامن وللعكس الجدول

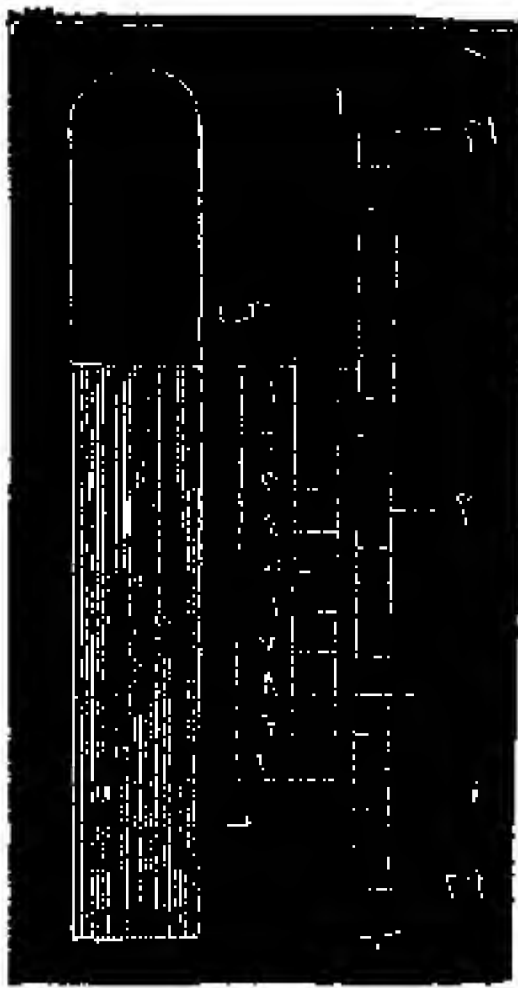
التاسع

الفصل الخامس

في بعض آلات الرصد وبعض العمليات والعرض وهيئة الأرض وكثافتها

تنبيه. ان أكثر هذا الفصل يتعلق بالقسم العملي وإنما أدخلناه هنا إيضاحاً لما يأتي
(٧٠) ان الآلات استعملت أولاً لرصد الاجرام السماوية في مدرسة الاسكندرية ق م ٢٠٠
وفي القرن السادس عشر استنبط فيجوبراخي من دنيارك بعض الآلات لقياس الزوايا تقاس بها
زاوية ١٠° وذلك بدون معرفة النظارة وفي ذلك العصر استنبط معلوم هذا الفن آلات تقاس بها
زاوية ١° وبمقياسات ثانوية يقبسون زاوية ١/٢ ثانية والامر واضح ان الثانية على آلة هي صغيرة جداً
جداً فان كانت القوس التي تقاس بها الزاوية قطرها قدم واحد فلنا $\frac{1}{2} \times \frac{360}{180} = \frac{1}{180}$ فيرط
لدرجة واحدة فتكون دقيقة واحدة $\frac{1}{60} = \frac{1}{60} \times \frac{1}{180} = \frac{1}{10800}$ من الفيرط ولا يمكن
ان نكرر القسمة الى هذا الحد الا في اقواس دوائر كبيرة فدائرة قطرها ٢٠ قدماً تكون الدرجة على
محيطها فيرطين ودقيقة واحدة ١/٦٠ من الفيرط والثانية ١/١٨٠ من الفيرط

(٧١) يتضح مما تقدم انه لا يمكن انقسام الاقواس لقياس الزوايا الى اصغر من دقائق وفي
الآلات الصغار لا تقسم الى اصغر من ١٠° والزوايا التي هي اصغر من تلك تقاس بواسطة قياس ثانوي
مركب على جانب اقسام القوس الاصلية وقد سمي هذا المقياس الثانوي المدقق
(٧٢) ان كيفية استعمال المدقق يتضح من النظر اليه في البارومتر

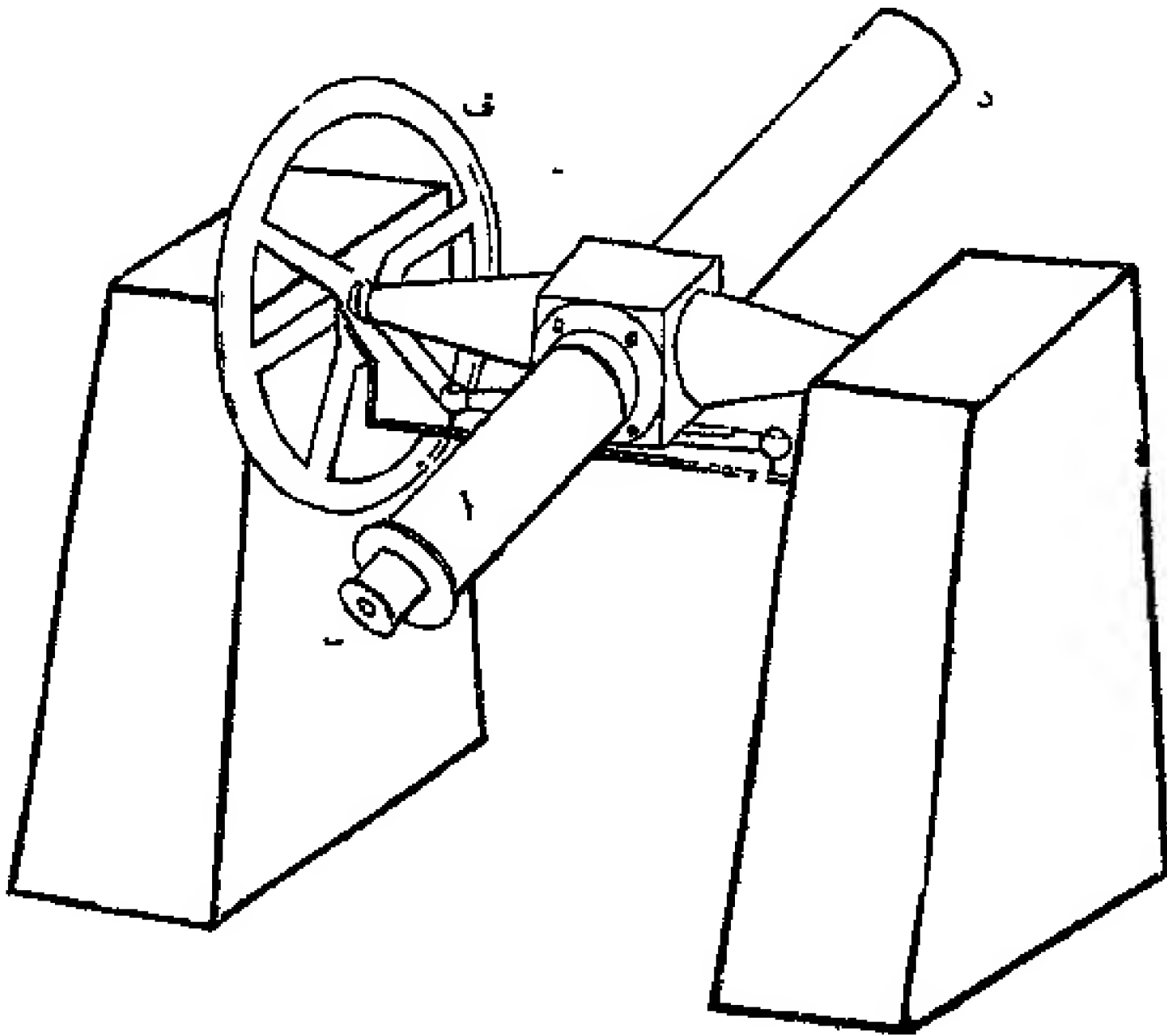


شكل ١٨

ليكن اب (شكل ١٨) القياس الاصلى مقسوماً الى قراريط
واعشار الفيرط وليكن سد المدقق وتكون عشرة اقسام على المدقق
 $11 =$ قسماً على الاصلى فتري الزئبق على ٢٠ فيرطاً وثلاثة اعشار
وزيادة ومقدار هذه الزيادة يعرف من النظر الى اقسام المدقق فتري
القسم اثنان منه يقابل قسماً من الاصلى فان كسب المدقق قسماً في
عشرة اقسام تكون اقسامة اصغر من اقسام الاصلى بعشر من قسم
واحد فيكسب في ثمانية اقسام ثمانية اجزاء من عشر فيكون الزئبق
على ٢٠ ٢٠° و ١٨ اعشار العشري ٠.٨° فالزئبق على ٢٠° و ٢٨°
وهكذا لو كانت اقسام المدقق اصغر من اقسام الاصلى حتى يخسر
قسماً في كل عشرة اقسام

(٧٣) ان الآلات الأكثر استعمالاً في نظارة العبور مع ساعتها والدائرة الحافظة والسديس وأكثر المراقبات تجري عند وصول الاجرام السماوية الى خط نصف النهار لانه حينئذ يكون الاختلاف والانكسار على اقلها ويكون الجرم في اعلى ارتفاعه فوق الافق ومن ارتفاعه يُعرف بعدة عن سمت الراس وميله وان ضبطت الساعة للوقت النجمي اية ان تدل على . . . متى كان الاعتدال الربيعي على خط نصف النهار فتدل الساعة على الصعود المستقيم لكل جرم يصل الى خط نصف النهار فيراقب وصول الاجرام الى ذلك الخط فيحسب من ذلك الطول والعرض السويين واسماء أخرى كثيرة وجانب كبير من الحسابات الفلكية راجع الى وقت وصول الاجرام الى خط نصف النهار وقتاً نجماً

(٧٤) الآلة التي بها يُعرف وصول جرم الى خط نصف النهار سميت نظارة العبور واجزاؤها الأكثر اعتباراً تُعرف من شكل ١٩ وهي نظارة تدور في سطح دائرة خط نصف النهار وطرفا محورها مستندان على حائطين ثابتين حتى لا تتزعزع اقل تززع واجزاؤها مصنوعة على غاية التدقيق فاذا أحكمت في سطح دائرة خط نصف النهار لا تززع عنه البتة

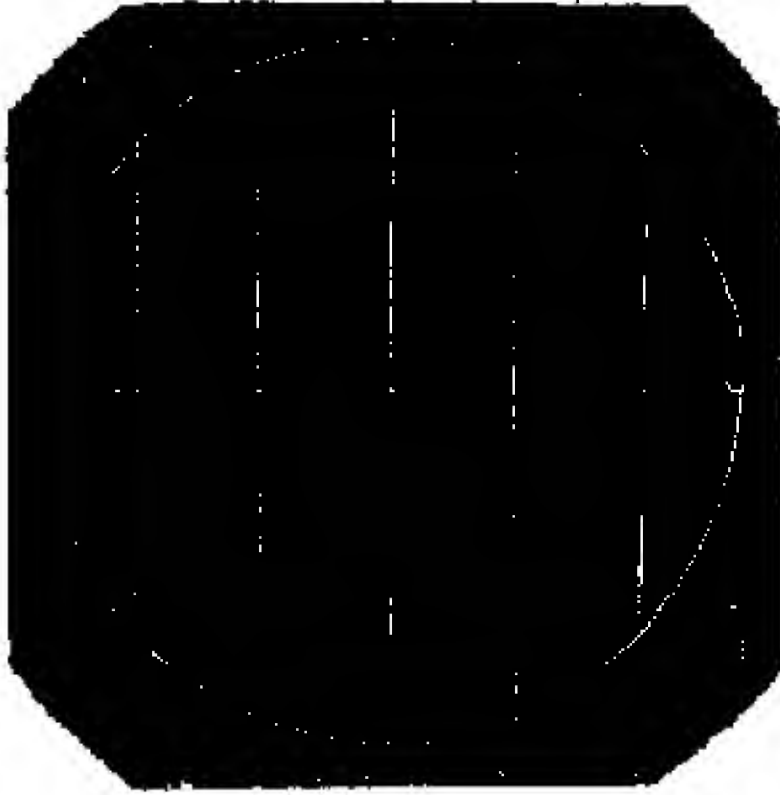


شكل ١٩

(٧٥) تُضبط النظارة في سطح دائرة خط نصف النهار بتوجيهها الى نجم النقط وإحكامها حتى نصير المثل بين تكبده الاعلى والاسفل تعدل المثل بين تكبده الاسفل والاعلى ويكرر العمل بمراقبة

التكبد الأعلى والأسفل لعدة من الحُصَان والضبطها طرق أخرى سيأتي ذكرها في القسم العملي إن شاء الله

(٢٦) خط التسديد هو الخط الموصل بين مركز بلورة الشبج د ومركز بلورة العين ب وهو



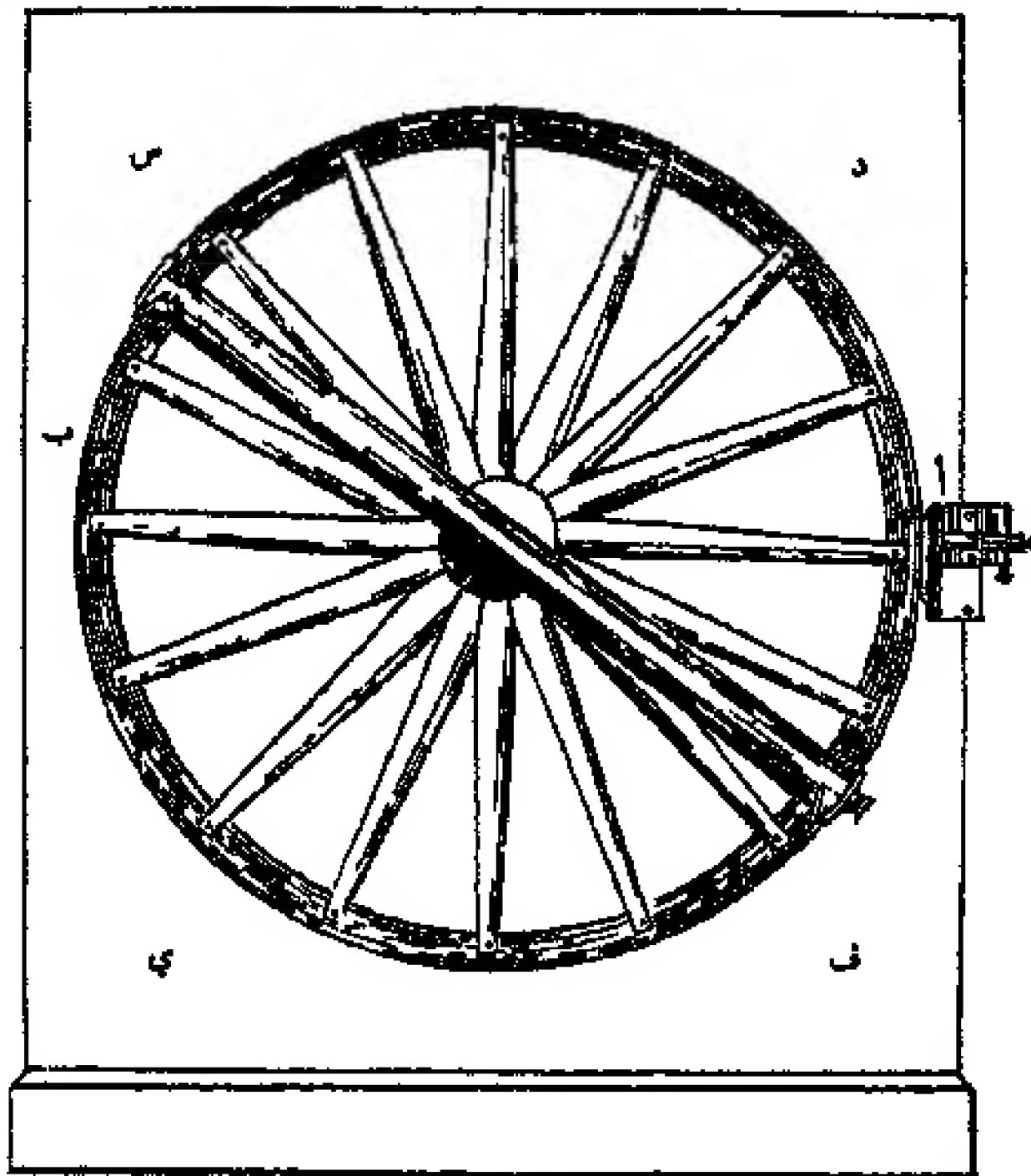
شكل ٢٠

يتحرك في سطح دائرة خط نصف النهار إذا كانت الآلة على ما ينبغي من الضبط. وفي نقطة احتراق بلورة العين بعض الشعرات تنقسم بها بلورة الشبج إلى أقسام متساوية كما في (شكل ٢٠) فإذا عينا وقت وصول جرم إلى كل واحدة منها ثم أخذنا معدل الجميع يكون لنا وقت وصوله إلى الوسطى أي إلى خط نصف النهار تمامًا

(٢٧) الساعة الفلكية تُضبط للوقت النجمي

فتتبع مرور نجم من نقطة إلى أخرى وكل ١٥ ساعة

واحدة ولا تعلق بينها وبين وقت النهار فإن رأينا ساعة المرصد على ٢٠.٥ أو على ١١.٢٢ مثلاً



شكل ٢١

فذلك يدل على الوقت المار منذ كان الاعتدال الربيعي على خط نصف النهار وعند وصول نجم

الى ذلك الخط تدل الساعة على صعوده المستقيم
(٧٨) البياضة ترافق نظارة العبور ابداً وكل واحدة منها تعين على ضبط الاخرى وقد بلغ
امل صناعة الساعات الى مهارة عظيمة في اصطنائها ولكن مع ذلك يجب ان تقابل على الساعة
الطبيعية اي تلك عدة مرات كل يوم

(٧٩) الدائرة العمودية ف على نظارة العبور تقاس عليها اقواس الارتفاع اي اقواس من
خط نصف النهار واذ لا يدقق في قياسها لصغر دائرتها يعتمد على ما سمي الدائرة المحاطية
(شكل ٢١) وهي دائرة كبيرة قطرها ١٠ اقدام او ١٢ قدماً مرتكزة على جانب حائط متين يحيطها
منقسم الى اقسام كل قسم اوه حسب محيط الدائرة ولها ست نظارات صغار عند س دي ف اب
واحياناً يستعمل ربع دائرة على هذه الكيفية فيسمى الربع المحاطي فنرى ما تقدم شيئاً من العناية
التي قاساها علماء هذا الفن لكي يحصلوا على قياسات صحيحة

(٨٠) قد رأينا ما تقدم (٧٧) كيفية استعمال صعود نجم المستقيم بواسطة نظارة العبور
والساعة واما ميلة فيستعمل بالساعة المحاطية



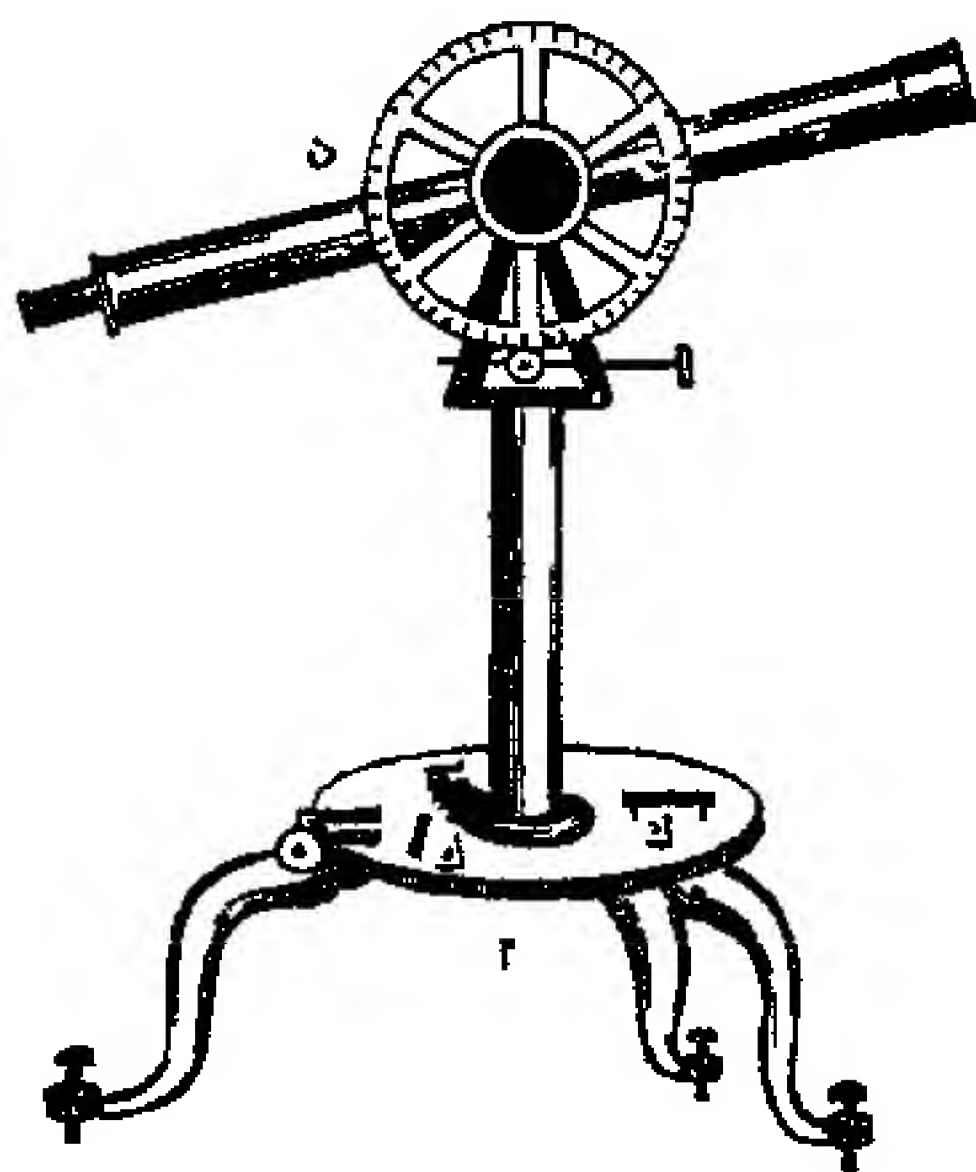
شكل ٢٢

ليكن ص (شكل ٢٢) موقع نجم فيكون ارتفاعه على
خط نصف النهار ص ح ويستعمل الارتفاع بقياس بعده
عن سمت الرأس ز وطرحه من ٩٠ ثم من الارتفاع اطرح
ي ح اي متم عرض المكان فيبقى ص ي اي الميل. وان
كان النجم اقرب الى الافق من خط الاستواء كما لو كان
عند ص مثلاً فاطرح الارتفاع على خط نصف النهار من
متم وعرض المكان فما كان فهو الميل او يستعمل الميل من

البعد القطبي لان $ف ي = ٩٠$ و $٩٠ - ف ص = ص ي =$ الميل

(٨١) يطلب احياناً ارتفاع جرم سماوي وهو ليس على خط نصف النهار وايضاً سموتة الجرم
بعده عن خط نصف النهار مقياساً على الافق وايضاً الزاوية المتبادلة بين جرمين ولذلك قد
اصطنعت آلة اخرى سميت نظارة السموت تحرك في سطح متساوية مائة بسمت الرأس وبالجرم
المرصود وايضاً في سطح يوازي سطح الافق وصورها (شكل ٢٣) فيقاس الارتفاع على الدائرة ن
والسموت على م وكل رجل لولب ترتب به الآلة على سطح يوازي سطح الافق المدلول عليه بالمسهلين
عندك وك فان كان الجرم في الافق يعرف سموتة بالتحك (انظر كتابي في التعاليم صحيفة ٢٨١
و ٢٤٩) ولا فيحتاج الى آلة مثل هذه لاجل قياس سموتة

(١٣) من الآلات لقياس الزوايا السدس وقد ذكر تركيبه وطرق ضبطه



شكل ٢٣

في كتابي في المساحة صهيفة ٢١٢ فليراجع
وسوف يذكر أيضاً بالتفصيل في القسم العلمي من
هذا المؤلف

(١٤) ان جعلنا احد الشجيين جرماً
سموياً والآخر الافق وقسنا الزاوية بينهما يكون
لنا من ذلك ارتفاع الجرم فوق الافق وان كما
في البر حيث لا نرى الافق نستعمل افقاً من
الزيت او سائل آخر وننظر الى صورة الجرم فيه
ثم نستعلم الزاوية بين الجرم وصورته في الزيت
ونصف تلك الزاوية هو ارتفاع الجرم فوق الافق
(١٤) اهم الامور في ضبط السدس خمسة

اشياء

(١) لتجعل مرآة الزند عمودية على سطح الآلة

ضع الزند على نصف القوس ثم انظر الى صورة القوس في المرآة فان كان القوس وصورته على
استقامة واحدة كانت المرآة عمودية على سطح الآلة ولا فيجب اصلاحها باللولب على قفاها

(٢) لتجعل مرآة الافق عمودية على سطح الآلة انظر الى نجم او شئ آخر بالنظارة وحرك الزند
حتى تمر صورته بالشئ نفسه فان تطابقا كانت عمودية ولا فيجب اصلاحها

(٣) لتجعل المرأتين متوازيتين متى كانت السبابة على صفر وضع السبابة على صفر وان تطابق
الشئ وصورته كلياً كانتا متوازيتين ولا فيجب اصلاحها

(٤) لتجعل النظارة موازية لسطح الآلة ادير النظارة حتى تكون شعرتاها متوازيتين ا- سطح الآلة
وانظر الى شئ هو وصورته متطابقان على احدي الشعرتين ثم ادير النظارة حتى يقعا على الشعرة الاخرى
فان بقيا متطابقين كانت على ما يراد ولا فيجب اصلاحها

(٥) لاستعلام خطأ الآلة . ان الاصلاح المذكور في (٢) يربط الشئ والصورة متطابقين
متى كانت السبابة على صفر وان كان الخطأ قليلاً ليس بواجب ان نغير الآلة بل نستعلم مقدار
الخطأ ونطرحه او نضيفه الى ما تدل عليه السبابة حسب مقتضى الحال ويستعلم الخطأ بان نجعل
جانب الشمس ان يمس جانب صورته وعين ما تدل عليه السبابة ثم اجعل الصورة ان تمر على الشئ

الى ان تمس الجانب الآخر منه وعين ما تدل على السبابة فنصف فضلتها هو الخطاء فان كانت علامة الفضلة ايجابية يجب اضافتها الى ما تدل على السبابة في كل رصد وان كانت سلبية فيجب طرحها

(١٥) امثلة في استعمال السدس

$$\begin{array}{r} \text{ارتفاع جانب الشمس الاسفل} \\ ٠٠^{\circ} ١٠' ٤٩'' \\ \text{نصف قطر الشمس} \\ ٠١^{\circ} ١٥' ٥١'' \\ \hline \end{array}$$

$$٠١^{\circ} ٢٥' ٥١''$$

$$- ٤٩''$$

اطرح الانكسار

$$٠٢^{\circ} ٢٥' ٤٩''$$

$$+ ٦''$$

اضف الاختلاف

$$٠٨^{\circ} ٢٥' ٤٩'' = \text{ارتفاع مركز الشمس الحقيقي}$$

$$\begin{array}{r} \text{بالافق الزيقي ارتفاع جانب الشمس الاعلى فوق الصورة} \\ ٠٤٧^{\circ} ٢' ١٠٠'' \\ \text{نصفها} \\ ٠٢٣^{\circ} ١' ٥٠'' \\ \hline \end{array}$$

$$- ٠٠^{\circ} ١٥' ٥٠''$$

اطرح نصف قطر الشمس

$$٠٢٣^{\circ} ٤٥' ٤٩''$$

$$- ٤٨''$$

اطرح الانكسار

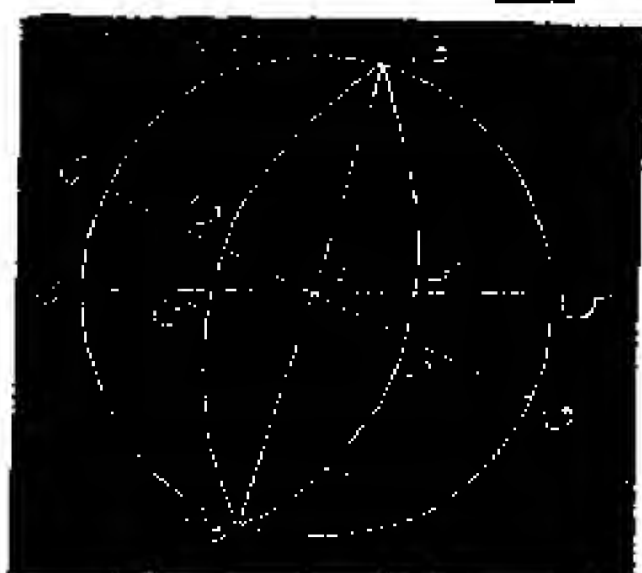
$$٠٢٣^{\circ} ٤٤' ٤٩''$$

$$+ ٠٠''$$

اضف الاختلاف

$$٠٢٣^{\circ} ٤٤' ٤٩''$$

عمليات



شكل ٢٤

(١٦) لاستعلام صعود الشمس المستقيم او ميلها او طولها او ميل دائرة البروج على خط الاستواء اذا فرض اثنين من هذه الاشياء غير المطلوب

ليكن ي ق (شكل ٢٤) خط الاستواء وي س دائرة البروج ود الاعتدال الربيعي فيكون د ر الصعود المستقيم ورص الميل ود ص اذا كانت اقل من ٩٠° الطول

وص در میل دائرة البروج على خط الاستواء وإذا كان الصعود المستقيم او الطول أكثر من ۹۰
فيحسب المثلث الكروي دص ر مثلثاً متماثلًا. انظر كتناي في مساحة المثلثات الكروية صحيفة ۱۵۳ الخ
مثاله. ان ميلاً مفروضاً للشمس يصح لاربعة أماكن من دائرة البروج فيجب ان نعتبر الوقت
من السنة وإذا كان الصعود المستقيم أكثر من ۱۸۰ كما لو كان دقي ر فيعامل المثلث ص د ر
الخم وهو قائم الزاوية عند ر فيجمل بقاعدة نيهير

مثال اول . مفروض صعود الشمس المستقيم ايه در ۲۶° ۴۷' ۲۲" = ۲۷° ۵' ۵۴"
وميلها اي ر ص ۱۹° ۲۱' ۵۱" مطلوب طولها وميل دائرة البروج

حسب قاعدة نيهير في المثلث الكروي القائم الزاوية اجعل د ص الاوسط فيكون ر ص و در
الجزء بين المتقابلين ولنا $\frac{1}{2} ق \times ن ج د ص$ (لانه الوتر) = $ن ج د ر \times ن ج ر ص$ (۱۹)

لاستعلام الطول د ص

$$ن ج د ر ايه ۲۷° ۵' ۵۴" = ۲۷۸۲۴۱$$

$$ن ج ر ص ايه ۱۹° ۲۱' ۵۱" = ۲۹۷۴۷۱۰$$

$$ن ج د ص = \frac{۲۹۷۴۷۱۰}{۲۷۸۲۴۱} = ۱۰۶' ۲۴" ۲۶$$

لاستعلام الزاوية د اجعل در الاوسط

$$\frac{1}{2} ق \times ج د ر = ماس ر ص \times ن م د (لانها زاوية)$$

$$اي ن م د = \frac{\frac{1}{2} ق \times ج د ر}{م ر ص}$$

(۲۰)

$$ج د ر ايه ۲۷° ۵' ۵۴" = ۲۰۸۴۷۲$$

$$م ر ص ايه ۱۹° ۲۱' ۵۱" = ۵۴۵۸۷۰$$

$$ن م د = \frac{۵۴۵۸۷۰}{۲۰۸۴۷۲} = ۲۶' ۲۷" ۰۶ ۲۳$$

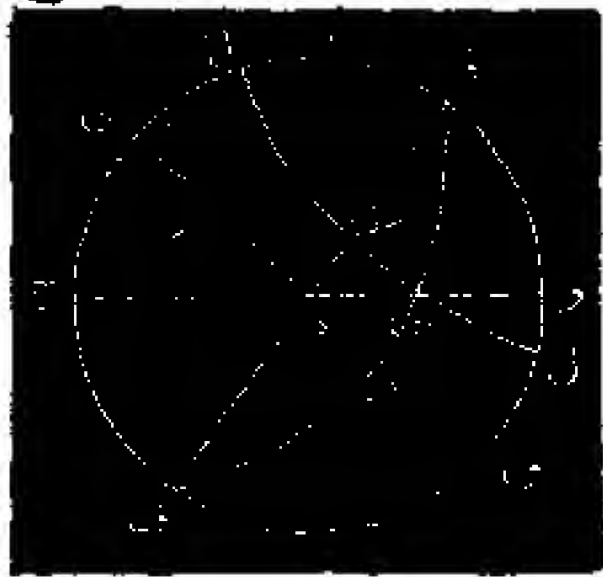
مثال ۲ مفروض ميل الشمس ۴۱° ۱۴' ۲۴" شمالاً وميل دائرة البروج ۲۳° ۲۷' ۲۳"
مطلوب صعودها المستقيم
الجواب ۱۹° ۵' ۴۸" = ۱۴° ۳۰' ۲۹"

مثال ۳ مفروض ميل الشمس ۲۱° ۲۱' ۲۴" وصعودها المستقيم ۱۶° ۱۷' ۱۸" فاهو
طولها
الجواب ۲۴۶' ۱۲" ۱۹

مثال ۴ مفروض طول الشمس ۸ ب ۷° ۴۰' ۵۶" وميل دائرة البروج ۲۳° ۲۷' ۲۴"
مطلوب صعودها المستقيم
الجواب ۱۶° ۲۳' ۲۴"

(۱۷) مفروض ميل الشمس وعرض المكان مطلوب وقت طلوعها وغروبها

ليكن في ف (شكل ٢٥) خط نصف النهار للكان المفروض ورسمت الرأس و ح و



شكل ٢٥

الافق ول ل طريقة الشمس في اليوم المفروض ولتقطع الافق في ص فيكون ي ز عرض المكان ومنه ي ح = ق و فتكون ق و اي مم العرض قياس الزاوية ود ق اوص در و رص ميل الشمس و در اذا تحول الى وقت = فضلة وقت الطلوع والساعة السادسة بعد نصف الليل اوست ساعات قبل الظهر لانه متى وصلت الشمس الى ص تكون طالعة وف ف

دائرة سوية سطحها عمودي على سطح خط نصف النهار فيكون رسمها على ذلك السطح خطاً مستقيماً ف ف و اذا كان ل الظهر يكون ل نصف الليل ول ص = ٦ ساعات والساعات تقاس على خط الاستواء ي ق فتكون در قياس وقت مرور الشمس من ص اي وقت الطلوع الى ص اي الى دائرة الساعة السادسة

ثم في المثلث القائم الزاوية در ص مفروض الميل رص والزاوية د = مم عرض المكان مطلوب در

اجعل در اوسط فتكون در ص الجزء بين المتوازيين و $\frac{1}{2}$ ق خ ج در = ن م د خ م رص

$$\text{وج در} = \frac{\text{ن م د خ م رص}}{\frac{1}{2} \text{ ق}} \quad (٢١)$$

مثال اول. مطلوب وقت طلوع الشمس في $١٢^\circ ٥٢'$ عرض شمالي اذا كان ميلها $٢٨^\circ ٢٢'$ شمالاً

$$\text{ن م د اي } ١٢^\circ ٥٢' = ١٠^\circ ١١' ٥٧٨٦$$

$$\text{م رص } ٢٨^\circ ٢٢' = ٢^\circ ٦٩٧٦١٠٦$$

$$\text{ج در} = \frac{٩^\circ ٧٤٨١٨٦٢}{٢١ \frac{1}{2}} = ٢٤^\circ ٢' ٢١'' = \text{من الوقت}$$

$$١٦٢^\circ ١٣' ١٦'' \text{ اطرحتها من } ٦ = ٢^\circ ٤٦' ٤٢'' \text{ بعد نصف الليل}$$

(٢) مطلوب وقت طلوع الشمس في عرض شمالي $٢٣^\circ ٤٤'$ وطول شرقي

$$٢٢^\circ ٣٥' = ١٢^\circ ٢٢' ٢'' \text{ في } ٢١ \text{ حريبان من سترك هذه (خذ ميل الشمس من الجداول السنوية)}$$

(٣) كم ساعة تبقى الشمس فوق الافق في عرض شمالي $١٢^\circ ٥٨'$ اذا كان ميلها $١٨^\circ ٤٠'$

$$\text{الجواب } ٢^\circ ٥٢' ٢٧''$$

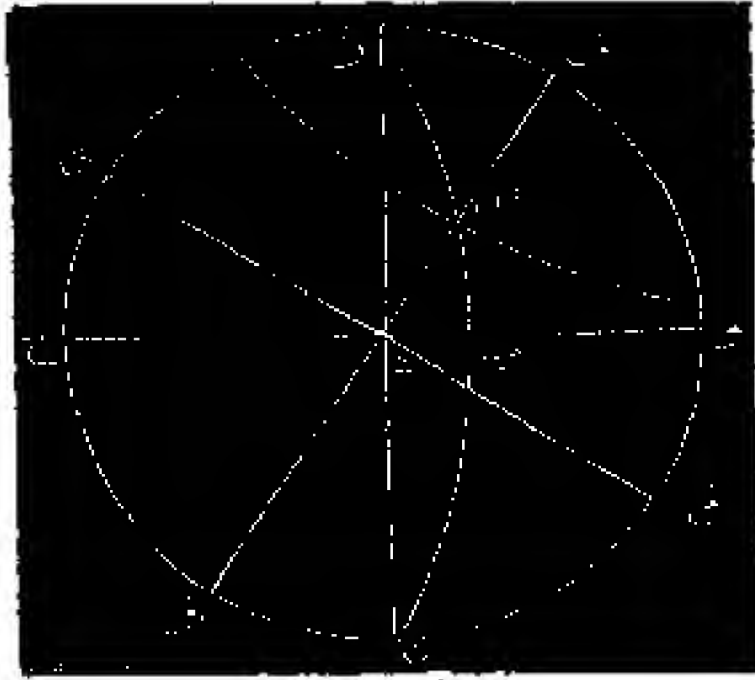
جنوباً

(٤) ما هو طول نهارك وميل الشمس $٢٣^\circ ٢٧'$ جنوبي (يطلب أولاً معرفة عرض

المكان)

(٨٨) مفروض عرض المكان وميل جرم سماوي مطلوب ارتفاعه وسموته اذا كان على دائرة

الساعة السادسة



شكل ٣٦

ليكن ح زو (شكل ٣٦) خط نصف النهار للمكان
المفروض ح و الاقنوص موقع الجرم على دائرة الساعة
السادسة ف ص ف التي تقطع خط الاستواء في النقطة
الشرقية والغربية وليكن ز ص ن الدائرة المتسامية المارة
بالجرم ثم في المثلث ص ب د القائم الزاوية مفروض د ص
اي الميل والقوس وف قياس ص د ب ا ب عرض
المكان مطلوب ب ص اي الارتفاع وب و ا ب
السموت او د ب اي السعة وهي متم السموت

مثال اول. ما هو ارتفاع السالك الراجح وسموته متى كان على دائرة الساعة السادسة في عرض
٥٠° ٢٨' ٤٠" شمالي على افتراض ميلو ٢٠° ٦' ٥٠" شمالي

(٢٢) للارتفاع $\frac{1}{2} \text{ ق } \times \text{ ج ب ص} = \text{ج د ص} \times \text{ج د}$

$$\begin{array}{rcl} & \text{ج} & ٢٠' ٦' ٥٠" = \\ & \text{ج} & ٥٠' ٢٨' ٤٠" = \\ \hline & \text{ج ب ص} & = \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} & ١' ٥٢٦٤١٦٢ & \\ & ١' ٨٩٣٤١٠٣ & \\ \hline & ١' ٤٢٩٨٢٦٥ & = ٢٧' ٢٦' ١٥" \end{array}$$

للسموت $\frac{1}{2} \text{ ق } \times \text{ ن ج د} = \text{ن م ب} \times \text{ن م د ص}$

(٢٣) $\text{ن م ب و} = \frac{\frac{1}{2} \text{ ق } \times \text{ ن ج د}}{\text{ن م د ص}}$

$$\begin{array}{rcl} & \text{ن ج} & ٥٠' ٢٨' ٤٠" = \\ & \text{ن م د ص} & = \\ \hline & \text{ن م ب و} & = \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} & ١' ٧٩٤٣٦١٢ & \\ & ١٠' ٤٣٦٢٥٤٥ & \\ \hline & ١' ٢٣٠٦١٥٧ & = ٣٠' ١٢' ٨٠" \end{array}$$

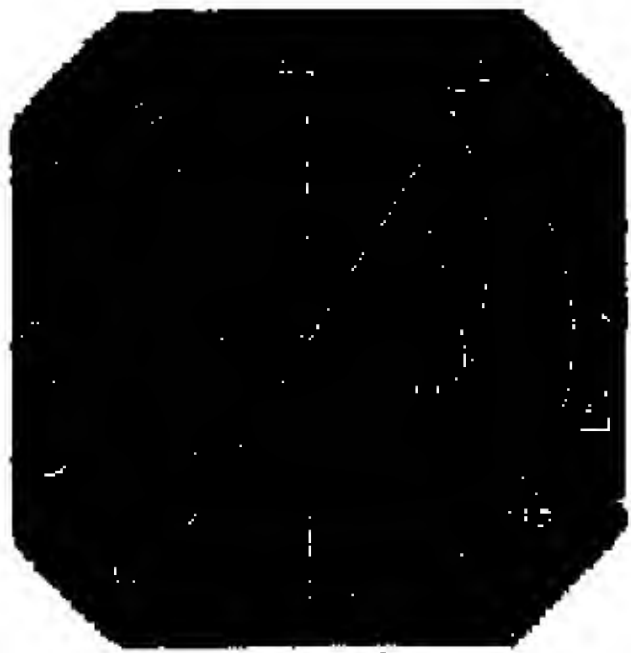
مثال ٢ في عرض شمالي ٦٢° ١٢' كان ارتفاع الشمس في الساعة السادسة ق ١٨° ٢٠' ٢٣
مطلوب ميلها وسموتها

الجواب الميل ٢٠° ٥٠' ١٢" من السموت ٧٩° ٥٦' ٤٠"

(٨٩) اذا كانت الشمس في الافق ترفع فوق مكانها الحقيقي على المعدل ٢٣ بالانكسار

مطلوب زيادة النهار الاطول من هذا السبب

ليكن ح و (شكل ٢٧) الاقوى في خط الاستواء م المدار الصفي ارس م ك ٢٣ تحت
 الاقوى فتكون الشمس عند ص عند اول ظهورها اي ٢٣ تحت
 الاقوى وفي المثلث زف ص مفروض زف م عرض المكان
 ز ص البعد عن سمت الرأس اي ٢٣ ٩٠ و ف ص م ميل
 الشمس اي الجهد القطبي المطلوب الزاوية زف ص
 ليكن عرض المكان ٢٣ ٤٣ ٢٠ وميل الشمس في النهار
 الاطول ٢٣ ٢٧ ٥٧



شكل ٢٧

فلنا زف = ١٦° ٥٦' ٤٠" ف ص = ٢٢° ٢٢' ٦٦" ز ص = ٢٣° ٩٠'

$$\frac{\frac{1}{2} \text{ قى } \times \text{ ج (ص - م) } \times \text{ ج (ص - م)}}{\text{ج م} \times \text{ج م}} = \frac{1}{2} \text{ ج} \quad (٢٤)$$

انظر حساب المثلثات الكروية صحيفة ١٤٤ العبارة الاولى من عبارات ظ
 اي من نصف مجموع الاضلاع اطرح ضلع من المحيطين بالزاوية المطلوبة ثم اطرح الضلع الآخر
 من نصف المجموع والى جيب الباقيين اضف المثلث الحسابي لجيب الضلعين فما كان فهو جيب نصف
 الزاوية المطلوبة

الزاوية المطلوبة زف = ١٦° ٥٦' ٤٠"

ز ص = ٢٣° ٩٠'

ف ص = ٢° ٢٢' ٦٦"

٢) ٢١° ٢١' ٤٣"

١٠٦° ٤٠' ٢١"

٥٦° ١٦' ٤٠"

اطرح زف

٢° ٨٨° ٦٧° ٦٤° ٤٤" = ٥٠° ٢٣' ٥١"

ج

٢° ٨٠° ٩٣° ٣٩° ٠" = ٤٠° ٨' ٢٨° ٥٠"

ج

اطرح ف ص

٠° ٨٠° ٠١° ٣٠" = ٥٦° ١٦' ٤٠"

ج ح ٢

زف

٠° ٥٧° ٩٨° ٥٠" = ٦٦° ٢٢' ٦٦"

ج ح ٢

ف ص

٢) ١٩° ٨١° ٤١° ٠١° ٤٤"

٢° ٩٠° ٧٠° ٥٠° ٧" = ٥٣° ٥٠' ٠"

ج ١/٢ زف ص

٢ = ١٨° ٤٠' ٧" ١٠° ٧" ٤١° ٢" وقد

استعملنا وقت طلوع الشمس في الوقت المفروض (مثال ٢) ق $٢٧^{\circ} ٤٠'$ وفضلته = $٢٨^{\circ} ٤٦'$ للصباح ومثله للمساء

(١٠) مفروض طول جرمين وعرضها مطلوب البعد بينها



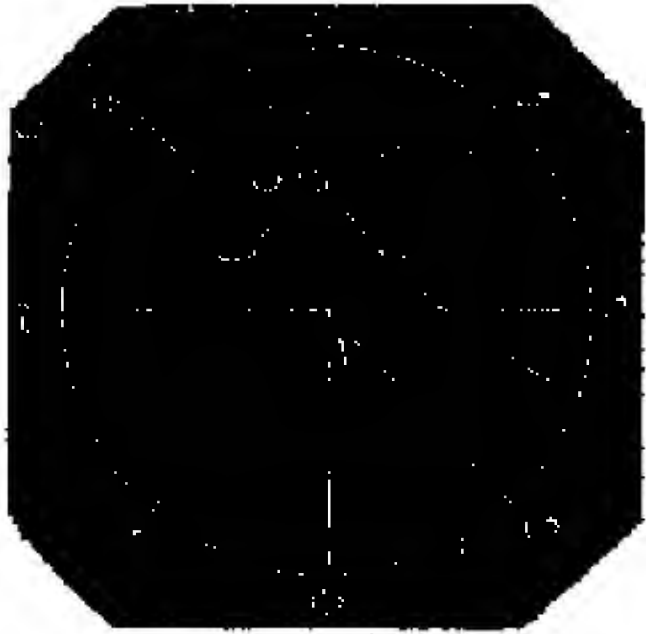
شكل ٢٨

ليكن ف (شكل ٢٨) قطب دائرة البروج ف ص ف ص متي عرض الجرمين وهما عند ص وص والزاوية ف = فضلة طولها. مطلوب ص ص وحل المسئلة انظر حساب المثلثات الكروية تحت مفروض ضلعان والزاوية بينهما مطلوب الضلع الثالث والعمل كما تقدم في مثال استعمال الانكسار

ان قرض ميل الجرمين والصعود المستقيم ليكن ف قطب خط الاستواء فيكون ف ص ف ص متي الميل والزاوية ف فضلة صعودها المستقيم والعمل كما تقدم

(١١) مفروض عرض المكان وميل الشمس مطلوب الساعة التي فيها تنتهي اضاعتها على

وجه بناء التالي ق ظ والتي فيها يتدنى اضاعتها على ب ظ



شكل ٢٩

ليكن ف ي ف (شكل ٢٩) الهاجرة وز سمت الرأس وزان المتسامية الاولى اي العمودية على الهاجرة وص النقطة التي فيها تقطعها الشمس واذ ذاك تنتهي اضاعتها على وجه حائط التالي وف ص ب الدائرة الموضوعة المارة بالشمس عند ص. ب ص = ميل الشمس وب ا ص = (ي ز) = العرض و ا ب اذا تحول الى وقت تدل على كم بعد الساعة ٦ ق ظ او قبل الساعة ب ظ تقطع الشمس المتسامية الاولى

مثال ١. في عرض شمالي $٤٢^{\circ} ٢٢' ١٧''$ وميل الشمس $٢٢^{\circ} ٢٧' ٢٠''$ في اية ساعة ينقطع

ضياء الشمس عن جانب حائط التالي ق ظ وفي اية ساعة يتدنى بعد الظهر

الجواب $٥٢^{\circ} ٢٨'$ ق ظ و $٤٦^{\circ} ٢٢'$ ب ظ

مثال ٢ كم ساعة تضيء الشمس على الجانب الجنوبي لحائط عمودي في عرض شمالي $٢٠^{\circ} ٢٠'$

اذا كان ميلها ٢٠° ش

(١٢) مفروض عرض المكان وميل الشمس مطلوب استعمال الوقت بواسطة ارتفاع الشمس

ليكن ز (شكل ٣٠) سمت الرأس وص موقع الشمس وف القطب. قس ارتفاع الشمس

بالسدس او بالآلة اخرى واصطحة للاختلاف والانكسار و $\frac{1}{2}$ القطر لاجل استعمال الارتفاع الحقيقي

من الظاهر كما تعلمت سابقاً وإطرحه من ٩٠ يبقى البعد السمتي ز ص اما ف ص فتم الميل وزف



شكل ٢٠

تم العرض فاضلاع المثلث الكروي معروفة فنستعلم الزاوية ز ف ص فاذا تحولت الى وقت تدل على بعد الشمس عن الهاجرة اي وقت المراقبة قبل الظهر او بعد حسب الواقع

افرض $F = Z =$ مسم العرض ϕ

ز ص = البعد السمتي الحقيقي z

ف ص = البعد القطبي d

والزاوية ز ف ص = z

و $\phi + d + z =$ ص

بحساب المثلثات الكروية صفحة ١٤٤

(٢٥)

$$\frac{ج(ص - \phi) \times ج(ص - d)}{ج \phi \times ج d} = \frac{1}{2} ز$$

مثال. في عرض ٢٥° ٤٠' شمالي كان ارتفاع الشمس الحقيقي بعد الظهر ٦° ٢٧' كما كان ميلها ٨° ٥٦' ج

$$d = ٩٨^\circ ٥٦'$$

$$z = ٧٦^\circ ٥٢' ٢٢''$$

$$\phi = ٦٤^\circ ٢٠'$$

$$(٢) \quad ٢٩ \quad ١٩ \quad ٢٤٢$$

$$ص = ١٢١^\circ ٩' ٤٤''$$

$$ص - \phi = ٥٦^\circ ٤٩' ٤٤'' \text{ الجيب } ٩٢٢٧٤٦$$

$$ص - d = ٢٢^\circ ٢٢' ٤٨'' \text{ " } ٥٩٣٠٠٧$$

$$\text{نظير قاطع } \phi = ٠.٤٥١١٧$$

$$\text{" " } d = ٠.٠٤٣٥٣$$

$$٢) \quad ٩٠٥٦٥٢٢٢$$

$$\text{جيب } ٩٧٨٢٦١٢$$

$$\frac{1}{2} ز = ٢٧^\circ ١٨' ٥٢''$$

$$ز = ٧٤^\circ ٣٧' ٤٧'' = ٤^\circ ٥٨' ٢١'' \text{ وقتاً ظاهراً ب ظ}$$

(١٣) مفروض العرض وميل الشمس مطلوب وقت ابتداء الشفق وانتهائه

قد تقدم ان الشفق يتبدى او ينتهي اذا كانت الشمس ١٨°

عمودية تحت الافق

لتكن ز (شكل ٢١) سمت الرأس لمكان ما وف القطب

وهو موضع الشمس عند ابتداء الشفق او نهايته $ص = ٩٠^\circ +$

$١٨^\circ = ١٠٨^\circ$ ز ف $=$ متم العرض ف ص متم الميل فلنا في

المثلث ف ص ز الاضلاع الثلاثة مطلوب الزاوية السويعية

ز ف ص . ارسم رف عمودياً على الزاوية المطلوبة

$\frac{1}{2} م ز ص = \frac{1}{2} م (ف ص + ز ف) = \frac{1}{2} م (ف ص - ز ف) = \frac{1}{2} م (ص ز - ز ر)$ (٢٦)

ثم بعد استعمال ز ر و ص ر استعمل الزاويتين عند ف واجمعها

مثال . في عرض $٤٢^\circ ٢٢'$ اية ساعة يتبدى الشفق وينتهي في النهار الاطول متى كان ميل

الشمس $٢٣^\circ ٢٨'$ الجواب يتبدى $٦^\circ ٤١'$ ق ظ ينتهي $٩^\circ ٥٣'$ ١٩ ث ب ظ

(٢٤) لاجل استعمال وقت الشفق الاقصر

ليكن اب (شكل ٢٢) دائرة ميل الشمس في الوقت

المطلوب ارسم آ ب على قرب من الاولى بما لا يناس

واوزعها وت ظ على موازاة الافق ١٨° تحته فقياس

الشفق على اب هو د ف ص وقياسه على آ ب هو

س ف ك وعند وقوع الشفق الاقصر تكون زيادة الزاوية

السويعية صفراً فالزاويتان المذكورتان متساويتان ولذلك

د ف د $=$ ص ف ص و د د $=$ ص ص وبالرسم د س

$=$ ص ك والزاويتان عند د وض قائمتان و د د س $=$ ص ص ك و ف د د $=$ ٩٠°

$=$ ز د س اطرح منها ز د د فالباقية ف د ز $=$ الباقية د د س ولهذا السبب ايضا ف ص ز

$=$ ص ص ك و ف د ز $=$ ف ص ز

اقطع د ن بحيث يعدل ص ز $=$ ٩٠° فلان ف د $=$ ف ص والزاوية ف د ن $=$ ف ص ز

فالقوس فن $=$ ف ر ارسم العمودي ف م فينصف ن ز ثم بحساب المثلثات الكروية

ن ج ف م $=$ $\frac{\sin \angle ف د ن}{\sin \angle د ن ج} = \frac{\sin \angle د ن ج}{\sin \angle ج ن د}$ وايضاً ن ج ف م $=$ $\frac{\sin \angle ج ن د}{\sin \angle د ن ج} = \frac{\sin \angle د ن ج}{\sin \angle ج ن د}$ وبالمساواة

$\frac{\sin \angle د ن ج}{\sin \angle ج ن د} = \frac{\sin \angle د ن ج}{\sin \angle ج ن د}$ اية

ن ج ف د اوج هـ د = ن ج ف ز \times ج هـ $\frac{٢٥٥}{١٠٠} =$ ن ج ف ز \times ماس ن م
وبالتحويل الى نسبة $\frac{١}{٢٠}$: ن ج ف ز اوجيب العرض : ماس ن م (= ٩°) : جيب هـ د
اي ميل الشمس عند الشفق الاقصر

(٢٧) ج الميل = ج العرض \times ماس ٩°
ف ز اقل من ٩° ابداً وزم = ٩° فتكون ف م اقل من ٩° فيكون نظير جيبها مجانياً
و د م أكثر من ٩° فنظير جيبه سلبى ون ج ف د (= ن ج ف م \times ن ج د م) سلبى فيكون
ف د أكثر من ٩° اي ميل الشمس عند الشفق الاقصر جنوبى

(٢٥) لاجل استعمال طول الشفق الاقصر ص ف ز = د ف ن
فاذا ز ف ن = د ف ص قياس الشفق الاقصر
وج ف ز اوج العرض : $\frac{١}{٢٠}$ ق : ج زم (= ٩°) : ج ز ف م
و ا ز ف م = ز ف ن = د ف ص وهي بالتحويل الى وقت تعدل الشفق الاقصر اى

جيب نصف الشفق الاقصر = $\frac{\frac{١}{٢٠} ق \times ج ٩^\circ}{ن ج العرض}$
(٢٨)

مثال . مطلوب وقت الشفق الاقصر وطوله في عرض شمالي $٢٣^\circ ٥٤' ٢٧''$

جيب $٢٣^\circ ٥٤' ٢٧''$	$٩' ٧٤٦٥٢٠٤$
ماس ٩°	$٩' ١٦٦٧١٢٥$
جيب =	$٨' ٩٤٦٢٢٢٩ = ٥^\circ ٤' ٨'' ج$

وذلك بقرب ٧ اذار و ٦ تشرين الاول

ج $٩^\circ \times \frac{١}{٢٠} ق$	$١٩' ١٩٤٢٢٢٤$
ن ج $٢٣^\circ ٥٤' ٢٧''$	$٩' ٩١٩ ٤٦٣$

جيب = $٩' ٢٧٥٢٨٦١ = ١٢^\circ ١٢' ٤٢'' \times ٢ = ٢٤' ٢٤'' ٤٨''$

(٢٦) لاستعلام ميل الشمس عند دوام الشفق طول الليل (انظر شكل ٢٧) عند ذلك

يكون الشمس عند ك ١٨° تحت الافق و ١٨° + الميل ق م = ق و = ي ح = متم عرض المكان
فيل الشمس حيثئذ = متم العرض - ١٨° فتناول من الجداول السنوية اليوم الذي للشمس هذا
الميل فلك المطلوب ومعظم ميل الشمس $٢٢^\circ ٢٨'$ فان كان متم الميل أكثر من $٢٨^\circ ٤١'$ او العرض
اقل $٢٢^\circ ٤٨'$ لا بدوم الشفق طول الليل واذا كانت الشمس في الجانب الآخر من خط الاستواء
يكون ميلها ١٨° - متم العرض

الثوابت) ثم من الارتفاع بعد اصلاحه كما تقدم ا طرح البعد القطبي فما كان فهو العرض
وان كان في تكبده الاسفل فاضف البعد القطبي الى الارتفاع الظاهر بعد اصلاحه كما تقدم
فما كان فهو العرض

لكي يعلم أهو فوق القطب او تحته لاحظ كفاي β من ذات الكرسي لان نجم القطب هو عن
القطب الى جهة β ذات الكرسي فان كان β ذات الكرسي فوق القطب يكون نجم القطب فوق القطب
والعكس بالعكس ولكي تعلم لحظة تكبده فتناول صعوده المستقيم من الجداول السنوية وعندما
تدل الساعة النجمية على ذلك فهو على الهاجرة وان كان مغرزي δ الدب الاكبر فوق القطب فنجم
القطب تحت القطب

اذا فيس ارتفاع نجم القطب θ ا دقيقة قبل وصوله الى الهاجرة او θ بعد وصوله اليها لا يحصل
من ذلك خلل في العرض اكثر من θ وان اخذنا ارتفاعه θ قبل وصوله الى الهاجرة او θ بعد
ذلك لا يحصل خلل في العرض اكثر من θ

ويستعمل وقت وصوله الى الهاجرة وقتاً شمسياً بهذه القاعدة

ا طرح صعود الشمس المستقيم لليوم المفروض من صعود النجم المستقيم بعد ان تضيف اليه ٢٤
ساعة ان كان صعوده المستقيم اقل من صعود الشمس المستقيم والباقي هو الوقت بعد الظهر الذي
فيه يصل الجرم المفروض الى خط نصف النهار

مثال. ص م α دب اصغر ١١ ايلول ١٨٤٩ = ٢٤ + ٥٢٥ ٤٩٦٤

ص م الشمس لليوم المفروض

حساب فلكي

$٥١^{\circ} ٥٢' ٢٣''$ صباح ثاني ايلول حساب اعنيادي ثم ان قسنا في ذلك الوقت ارتفاع النجم
واصلحناه للانكسار وانخفاض الافق وطرحنا البعد القطبي للوقت المفروض يكون لنا العرض
والامر واضح ان هذا العمل يصلح في كل نجم بقرب القطب وهذه ابسط الوسائط لاستعلام العرض
(٢) من ارتفاع الشمس اذا كانت على الهاجرة اي الظهر

ان رصدنا الشمس بالسدس قبل الظهر قليلاً فبعد صورة الشمس بعد انزالها الى الافق لم يبق
هناك بل ترتفع عنه فيجب ان ننزلها ايضاً حتى لا تعود ترتفع بل تنزل الى تحت الافق وعندما نشعر
بوقوفها تكون على الهاجرة وان استعملنا الافق الزيفي فجعل الصورة تمس التي في الزيفي وكل ما
ابتعدت احدها عن الاخرى تفرهما ايضاً حتى لا تعود تبعد احدها عن الاخرى بل تتراكبان
ولنا من ذلك الارتفاع الظاهر فاصلحه للانكسار والاختلاف وانخفاض الافق ان استعملت الافق

النظري فا كان هو الارتفاع الحقيقي فاطرحه من 90° فا كان هو بعد الشمس عن سمت الرأس ثم ان كانت الشمس في ميل شمالي فاضف الميل الى البعد عن سمت الرأس فا كان هو العرض وان كانت في ميل جنوبي فاطرح الميل عن البعد السمي فا كانت هو العرض . وهذه الواسطة يعتمد عليها اكثر من الاولى لصعوبة اصابة الافق ليلاً ولكن متى كانت الشمس بقرب المدار الصيفي لا يمكن قياس ارتفاعها بواسطة السدس على الطريقة الاعتيادية بالافق الزميني لكبر الزاوية وقد تنزل الشمس الى الافق النظري الى جهة الشمال اذا كان البحر الى تلك الجهة من الناظر باستقبال الشمال وانزال الشمس الى الافق الشمالي ثم اطرح 90° من الارتفاع بعد اصلاحه للانكسار الخ فابقي هو البعد عن سمت الرأس ثم افعل كما تقدم

مثال . ارتفاع الشمس الظاهر بالسدس $64^\circ 39' 40''$ مطلوب عرض المكان

$64^\circ 39' 40''$

الارتفاع الظاهر

$52^\circ 5' 10''$

افق الشمس

$64^\circ 50' 50''$

ارتفاع مركز الشمس الظاهر

$+ 6'$

اضف الاختلاف

$64^\circ 50' 56''$

اطرح الانكسار

$- 23'$

ارتفاع مركز الشمس الحقيقي

$64^\circ 27' 33''$

اطرحه من 90°

90°

$25^\circ 4' 8''$

البعد عن سمت الرأس

$8^\circ 38' 23''$

اضف ميل الشمس لانه شمالي

$23^\circ 42' 31''$

العرض =

(٢٢) قد يحدث أحياناً ان الشمس لا تترى وقت الظهر في ايام الشتاء وللقيم في ايام الصيف ولنا واسطة لاستعلام العرض من رصد ارتفاع الشمس مرتين في اية ساعة كانت من النهار ويجب المرة الاولى والثانية ساعة او أكثر وان امكن يجب ان يكون الوقت بين الرصد الاقرب الى الظهر والظهر اقل من الوقت بين الرصدين ويتضح كيفية العمل من هذا الرسم

ليكن ف ز (شكل ٢٤) خط نصف النهار للمكان وز سمت الرأس ص مكان الشمس في الرصد الاول وص مكانها في الثاني ثم في المثلث ص ف ص مفروض الوقت بين الرصدين = الزاوية ص ف ص وايضاً ف ص وف ص = متم ميل الشمس في الوقتين وايضاً ز ص ز ص

تمم الارتفاع في الوقتين بعد اصلاحه للاختلاف والانكسار وخطاء الآلة وانخفاض الافق ان
استعمل الافق النظري وان استعمل الزئبق فلا يقتضي اصلاح
للاختفاض



شكل ٢٤

ثم في المثلث ص ف ص نستعلم اولاً الزاوية ف ص ص
ثم الضلع ص ص ثم في المثلث ص ز ص لنا الاضلاع الثلاثة
فنستعلم الزاوية ز ص ص اطرح منها الزاوية ف ص ص تبقى
الزاوية ف ص ز ثم في المثلث ف ص ز لنا الزاوية ف ص ز

والضلعان ف ص ز ص ومنها نستعلم الضلع ف ز وهو من عرض المكان
ليقع خط وهي من الزاوية المجهولة غير المطلوبة عمودياً على ف ص ومن قسماً من ف ص
ص ب مثلاً

$$(٢٠) \quad \frac{1}{2} ق : ن ج ف : حاس ص ف : حاس ف ب$$

تم فضلة ص ف و ف ب = ص ب

$$(٢١) \quad ج ص ب : ج ف ب : حاس ف : حاس ص$$

ان كان ص ف اكبر من ص ب تكون ص و ف متشابهتين
وان كان ص ف اصغر من ص ب تكون ص و ف مختلفتين . فعرفت الزاوية ف ص ص
ولكي يستعلم ص ص

$$(٢٢) \quad ن ج ف ب : ن ج ص ب : ن ج ص ف : ن ج ص ص$$

ان كان ص ب و ف ب متشابهتين تكون ف ص و ص ص متشابهتين والافضلتين
ثم في المثلث ز ص ص مفروض الاضلاع الثلاثة مطلوب الزاوية ز ص ص
فلنستخدم العبارة الاولى من عبارات نيهلثا المفروض لان الزاوية المطلوبة ليست منفرجة
لنفرض ص ز = ب ص ز = ا ص ص = س $\frac{1}{2} ق =$ واحد $ا + ب + س = م$

$$(٢٣) \quad ج \frac{1}{2} زاوية ز ص ص = \frac{ج (ب - م) (ج - س)}{ج (ب - م) (ج - س)}$$

$ج ب \times ج س$

لاتمام العمل بموجب هذه العبارة خذ نصف مجموع الاضلاع واطرح منه الضلعين المحيطين بالزاوية
المطلوبة والى جيب الباقيتين اضف النصف الحسابي لجيب الضلعين واقسم المجموع على اثنين فا كان فهو
جيب $\frac{1}{2}$ الزاوية المطلوبة . او استخدم احدى العبارات في صحيفة ١٤٤ من كتابي في التعاليم

ثم اطرح ف ص من ز ص ص بيني ز ص ف ثم في المثلث ز ص ف لنا الضلعان والزاوية
بينها المطلوب الضلع الآخر ز ف فحسبها تقدم ليتبع عمودي من ز على ص ف

١ ق : ن ج ف ص ز : ماس ز ص : ماس ص ب
فضلة ص ف و ص ب = ف ب

(٢٥) ن ج ص ب : ن ج ف ب " ن ج ص ز : ن ج ز ف
ان كان ص ب و ف ب متشابهتين تكون ص ز و ز ف متشابهتين والافضلتين
مثال . ساعة ٨ و ٢٠ ق ظ وقت ظاهر كان ارتفاع الشمس الظاهر ٤٢ ' ٢٤ " ٤٠
وساعة ١٠ و ٢٠ كان ارتفاع الشمس ٦٦ ' ٢٠ " ٢٥ مطلوب عرض المكان على افتراض ميل
الشمس في الرصد الاول ١٩ ' ٥٤ " ٤٢ ' ٤٨ " وفي الثاني ١٩ ' ٥٢ " ٤٦ ' ٤٢ "

تنصيل العمل

الرصد الاول ٨ و ٢٠ ق ظ الارتفاع الظاهر ٤٢ ' ٢٤ " ٤٠
خطاء الآلة

الاختلاف +

١ ق قطر الشمس +

٤٢ ' ٤١ ' ٢٢

٨٤ ' ٥٩ "

الانكسار -

٤٢ ' ٤٠ ' ٢٢ = ارتفاع مركز الشمس

الحقيقي عند الرصد الاول

الرصد الثاني ١٠ و ٢٠ ق ظ الارتفاع الظاهر ٦٦ ' ٢٠ " ٢٥

١ ق قطر الشمس +

خطاء الآلة +

٦٦ ' ٢٧ ' ١١

٤٢ ' ٢٢ "

اختلاف +

٦٦ ' ٢٧ ' ١٤

٢٤ "

الانكسار -

٦٦ ' ٢٦ ' ٥٠ = ارتفاع مركز الشمس

الحقيقي عند الرصد الثاني

في المثلث ص ز ص = $27^{\circ} 50' 19''$

ص ز = $48^{\circ} 23' 23''$

ص ص = $10^{\circ} 27' 10''$ مطلوب ز ص ص

٢) $47^{\circ} 20' 02''$

المجتمع

$23^{\circ} 22' 26''$

نصف المجتمع

البقية الاولى $26^{\circ} 3' 14''$ ج = $74^{\circ} 27' 11''$

" الثانية $21^{\circ} 16' 14''$ ج = $50^{\circ} 23' 06''$

ص ز = $23^{\circ} 23' 48''$ ج ح = $40^{\circ} 12' 27''$

ص ص = $28^{\circ} 10' 27''$ ج ح = $42^{\circ} 09' 28''$

٢) $19^{\circ} 15' 08''$

$19^{\circ} 16' 47''$ ج = $19^{\circ} 16' 47''$ ص ص =

$27^{\circ} 14' 22''$

٢

$144^{\circ} 28' 46''$ ص ص =

ف ص ص = $84^{\circ} 40' 7''$

$49^{\circ} 42' 38''$ ص ص =

في ز ص ف ز ص = $23^{\circ} 23' 48''$

ص ف = $70^{\circ} 6' 14''$

لاستعلام ز ف : ق : ن ج ص : م ص ز : م ص ب

فضلة ص ب و ص ف = ف ب ن ج ص ب : ن ج ف ب : ن ج ص ز : ن ج ف ز

ان كان ص ب و ف ب متشابهين يكون ص ز و ف ز متشابهين والا ف مختلفين

ن ج ز ص ف = $49^{\circ} 42' 38''$ = $81^{\circ} 05' 17''$

م ص ز = $23^{\circ} 23' 48''$ = $73^{\circ} 09' 27''$

$144^{\circ} 28' 46''$ م ص ب = $10^{\circ} 27' 10''$

ص ف = $70^{\circ} 6' 14''$

ص ب = $10^{\circ} 27' 10''$

$144^{\circ} 28' 46''$ ف ب فيكون ص ز و ف ز متشابهين

$$\text{ن ج ف ب } ٥٤' ٢٩'' ٨' ٩٦'' = ٩' ٧٦٤١٠٤٧$$

$$\text{ن ج ص ز } ٢٢' ٢٢'' ٩' ٤٨'' = ٩' ٩٦٢٧٧٢٦$$

$$\hline ١٩' ٧٢٦٨٧٧٣$$

$$\text{ن ج ص ب } ١٥' ٢٧'' ٥'' = ٩' ٩٨٣٦٦١٤$$

$$\hline ٩' ٧٤٣٢١٥٩ = \text{ن ج ف ز}$$

$$- ٥٦' ٢٢'' ٢' ١٢'' = \text{متم العرض}$$

$$\hline ٢٣' ٢٦'' ٥٧' ٨٨'' = \text{العرض}$$

في كيفية اصطناع المزاوِل

(١٠٠) ان الشمس في الظاهر تكمل دورانا واحدا حول الارض في ٢٤ ساعة فتكون حركتها كل ساعة $\frac{٣٦٠}{٢٤} = ١٥^\circ$ ثم ان حسبنا الارض شفاقة ومحورها ف ف مظلما يقع ظل الخط ف ف



شكل ٢٥

على الخط من خطوط نصف النهار الذي يتقابل مكان الشمس ويحرك ذلك الظل ١٥° كل ساعة فليكن ف رم (شكل ٢٥) خط نصف النهار لكان ز بعد اظهر يقع ظل ف ف على ف ف ر ف ويقطع سطح الافق ن و ر في الخط س ر ثم بعد ساعة اية الساعة الواحدة بعد ١٢ يقع ظل ف ف على الخط ف ا ف ويقطع سطح الافق في الخط س ا وبعد ساعتين يقع الظل على الخط ف ٢ ف ويقطع سطح الافق في الخط س ٢ وهكذا الى النهاية

الزاوية رس ا = ١٥° ورس ٢ = ٣٠° ولم جراً الخ وف رمعروفة اي عرض المكان وف را قائمة والزاوية رف ا = ١٥° مطلوب را اي قياس الزاوية البسيطة رس ا اجعل ف را وسط فيكون رف ا ورا الجزئين المتواليين وحسب قاعدة نيبر

$$\frac{\text{رف ا}}{\text{رف ٢}} = \frac{\text{رف ا}}{\text{رف ١}} \quad \text{و} \quad \frac{\text{رف ا}}{\text{رف ١}} = \frac{\text{رف ا}}{\text{رف ٢}}$$

(٢٦)

$$\text{اي م را} = \text{ج ف ر} \times \text{م ر ف ا}$$

$$\text{وهكذا ماس ر ٢} = \text{ج ف ر} \times \text{م ر ف ٢ الخ}$$

اسم ماسات الزوايا ١٢ س ١ ١٢ س ٢ الخ = ج العرض X ماسات الزوايا الحادثة
عند القطب اي ١٥ ٢٠ ٤٥ الخ

فان فريض عرض مكان ٢٢ ٤٣ ٢٠ نصف جيب هذا العرض الى ماس ١٥ فيكون
لنا ماس الزاوية رس ١ وهكذا الخ

ثم انقل هذه المخطوط وهذه الزوايا الى سطح الارض عند ز فيكون لك منزلة موازية سطح
الافق تصلح لعرض مكانك ولا فرق ان جعلت زد عمودياً على سطح الدائرة او مائلاً غير ان
كان مائلاً يجب ان تكون الزاوية د ز ١٢ = عرض المكان

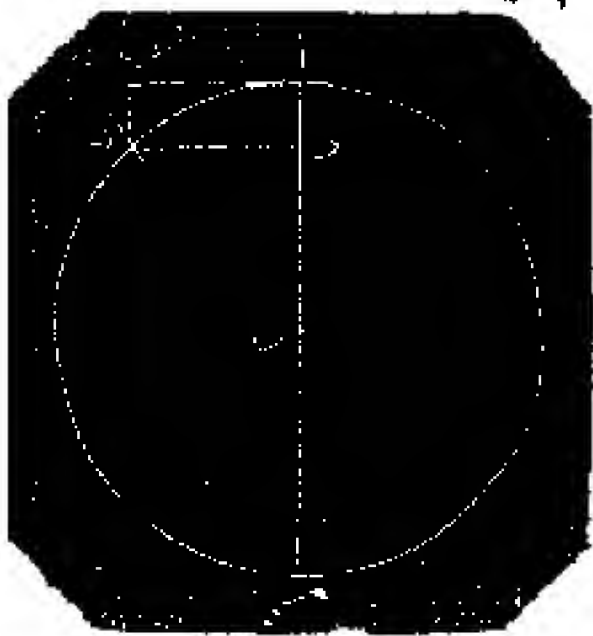
(١٠١) ان اردت اصطناع منزلة عمودية على سطح الافق فاحسب ظل ف ف واقفاً
على سطح عمودي على سطح الافق ماراً بمركز الارض فيقع الخط س ١٢ على الخط س م ثم افعل كما تقدم
ثم بعد اصطناع المنزلة ركبها حتى يقع الظل عند الظهر على الخط س ١٢ او اجعل الخط
س ١٢ على موازاة خط نصف النهار لمكانك بضبطه على نجم القطب عند وصوله الى خط نصف
النهار حسبما تقدم في الكلام عن العرض

في هيئة الارض وكثافتها

(١٠٢) قد رأينا سابقاً ان للارض هيئة شبه كرة ولما كان نصف قطر الارض قاعدة
المثلثات التي تم بها القياسات الملكية فيجب التدقيق التام في معرفته وهو يستعمل من اربعة اشياء
الاول فعل القوة الدافعة الى خلاف جهة المركز الحاصلة من دوران الارض على محورها
الثاني قياس اقواس من خطوط نصف النهار على سطح الارض
الثالث اختلاف خطر ان رقاص في اماكن مختلفة

الرابع اختلاف فعل جاذبية الارض بالقرسبب زيادة الهبوط في الجهات الاستوائية

(١٠٣) القاعدة الاولى للقوة الدافعة عن المركز اذا تحرك جسم في دائرة



شكل ١٦

اذا دار جسم في دائرة فالقوة الدافعة عن المركز او الجاذبة
الى المركز (لانها متساويتان) تتغير بالنسبة الى مربع السرعة
متسوماً على اقطار الدائرة

لنفرض ا د (شكل ٢٦) = س السرعة اسم المسافة التي
بدورها جسم في ثانية واحدة فالقوة الدافعة يدل عليها ا ب
ولولا القوة الجاذبة نحو المركز لم يجر الجسم على ا ب ولكن القوة

الجاذبة ا ر تجذب نحو ي فيتحوّل الجسم عن ا ب الى ا د فلتكن الجاذبة ج اما ا د فيبدل على
النوس او على وتر ذلك النوس لان الفرق بين قوس صغيرة ووترها لا يعتد به
فلنا ا ر : ا د :: ا د : ا م (اقلیدس ق ٨ ك ا م)

$$\text{اوج س} : \text{س} :: \text{س} : \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \text{ ق ا ي ج} = \frac{\text{س}}{\frac{1}{2} \text{ ق}} \text{ اي الجاذبة تتغير بالنسبة الى } \frac{\text{س}}{\frac{1}{2} \text{ ق}}$$

وفي كل حركة في دائرة القوة الجاذبة والدافعة متعادلتان وفي دائرة مفروضة قيمة $\frac{1}{2} \text{ ق}$ ثابتة
فتتغير القوة الدافعة او الجاذبة بالنسبة الى مربع السرعة

مثال . في ادارة كره مربوطه بخيط على طول مفروض اذا تضعفت السرعة بزيد الشد على
الخوط ٤ اضعاف فيقتضي ان تزداد متانة الخيط اي القوة الجاذبة ٤ اضعاف ايضاً

(١٠٤) القاعدة الثانية - اذا دار جسم في دائرة فالقوة الجاذبة او الدافعة هي بالنسبة الى
 $\frac{1}{2} \text{ ق}$ الدائرة مفسوماً على مربع وقت الدوران

لتفرض ت وقت الدوران في المحيط $\pi^2 \frac{1}{2} \text{ ق}$ (انظر كتابي في المساحة الخ صحيفة ٢٢٤)
ولتكن س = السرعة في ثانية واحدة

$$\text{فلنا } \pi^2 \frac{1}{2} \text{ ق} = \text{ت س س وس} = \frac{\pi^2 \frac{1}{2} \text{ ق}}{\text{ت}} \text{ وس}^2 = \frac{\pi^2 \frac{1}{2} \text{ ق}}{\text{ت}} \text{ وقد تقدّم (١٠٣) ان}$$

$$\text{ج} = \frac{\text{س}}{\frac{1}{2} \text{ ق}} = \frac{\pi^2 \frac{1}{2} \text{ ق}}{\text{ت}} \text{ وذلك يتغير بالنسبة الى } \frac{1}{2} \text{ ق}$$

فان كان الوقت ثابتاً يجب ان تزداد القوة الجاذبة بالنسبة الى زيادة نصف القطر لان ج
 $\propto \frac{1}{2} \text{ ق}$ اي اذا تضعف طول الخيط يقتضي ان تضعف متانته لكي يدبر الكره في الوقت الاول
(١٠٥) لو فرض ان الارض كانت في البدء سائلة ثم دارت على محورها لحصل من ذلك
تمدد عند خط الاستواء وتسطح عند القطبين وان حسبها ما جامدة لتكومت المياه عند خط الاستواء
وانكشفت اليابسة عند القطبين ويزعم من ذلك ان هو اجر الارض ليست دوامة بل انها هليجيات
بناء على معرفتنا بفعل الحركة الى خلاف جهة المركز في سائر الاجسام وقد صرح بذلك اولاً اسحق
نيوتون وقد ثبت من اوجه شتى

(١٠٦) في القوة الدافعة عن المركز على سطح الارض - كل جوهر من الهبولي على سطح
الارض يتأثر بالقوة الدافعة

ليكن ن ص (شكل ٢٧) المحور وج جوهر هبولي متحرك في دائرة نصف قطرها ج ط فيبدل

ج ب على القوة الدافعة . حلها الى ج د على استقامة س ج وج ف ماس الدائري ن وص . فان فعل ج د يختلف وزن ج وفعل ج ف يدفعه نحو خط الاستواء على جهة ماس للسطح عند ج . فاذا كانت الجواهر على سطح الارض قابلة للحركة لاتبى الصورة الكروية الا عند القطبين ن وص فيخفضان والاجزاء على خط الاستواء ي ق ترتفع فيحفظ الجواهر على الموازنة بالموازنة بين ذلك القسم من الجاذبية الجاذبة نحو خط الاستواء اي ج ف والقسم من الجاذبية نحو المركز الذي يجذب على السطح المائل نحو القطب



شكل ٢٢

(١٠٧) في خسارة الوزن عند خط الاستواء بالدوران اليومي

لنفرض ن وزن جرم دالا على فعل الجاذبية ولنفرض $\frac{1}{r}$ غ = $(\frac{1}{16})$ قدما اي النسبة التي يمر عليها الجرم الواقع في ثانية واحدة وج القوة التي تُبهر الجرم على ا ر (شكل ٢٦) في ثانية وار (من حيث كونه قياس ج) = $\frac{\pi^2 r}{t^2}$ (ع ١٠٤) فاذا

$$(٢٧) \quad \text{ن : ج} :: \frac{1}{r} \text{ غ} :: \frac{\pi^2 r}{t^2} \text{ ق} \quad \text{اي} \quad \text{ج} = \text{ن} \times \frac{\frac{1}{r} \pi^2 \text{ ق}}{\frac{1}{r} \text{ غ}}$$

وبالتعويض عن هذه الحروف بقيمتها

$\frac{1}{r}$ ق الارض الاستوائي = $2962^{\circ} 8$ ميلا = 20923084 قدما
والارض تدور مرة في ٢٤ ساعة نجمية = 87600 ثانية نجمية ونحولها الى ثواني شمسية (ع ٢٣)
اي بضربها في 1.00273791 تصبح
ت = 87174 ثانية

$$\text{و ج} = \text{ن} \times \frac{20923084 \times (2962^{\circ} 8) \times 4}{(87174) \times 22 \frac{1}{4}}$$

وبما ان القوة الجاذبة على خط الاستواء تجذب الى المركز بالاستقامة فالجرم على خط الاستواء يخسر من وزنه بدوران الارض اليومي $\frac{1}{389}$

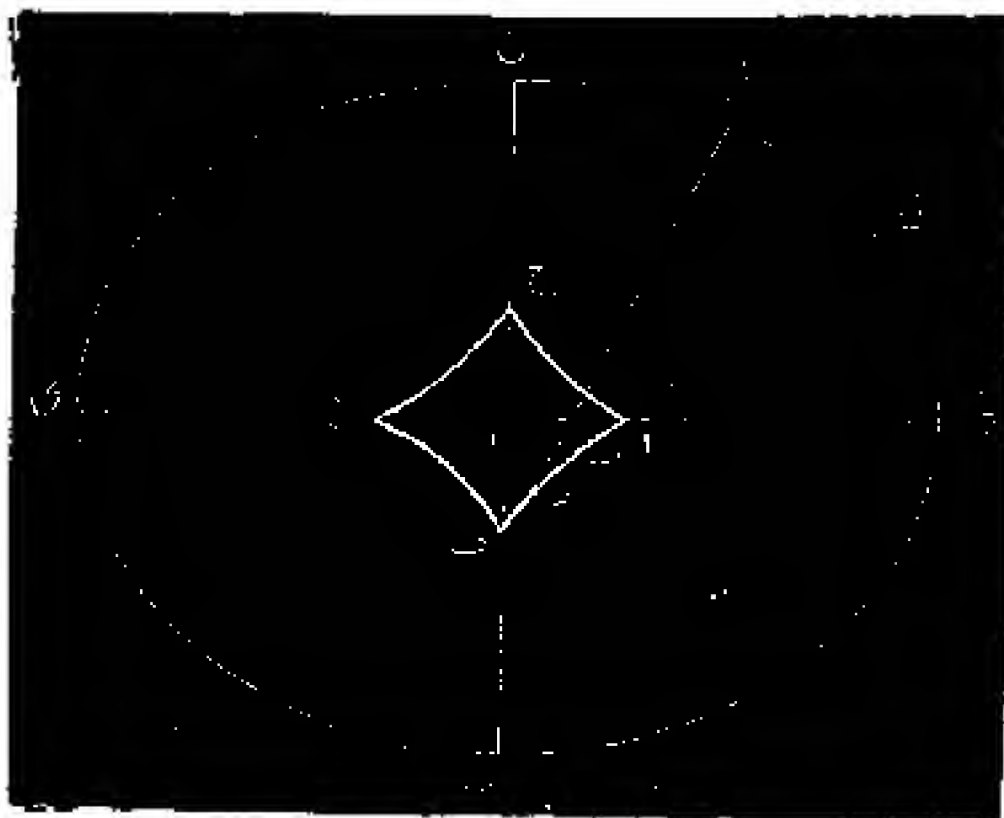
(١٠٨) اما الخسارة في عرض آخر فلان ج يتغير بالنسبة الى $\frac{1}{r}$ ق كما تقدم (ع ١٠٤) فالقوة الدافعة عن المركزي على معظمها عند خط الاستواء ولا شيء عند القطبين ونسبة القوة الدافعة على خط الاستواء : تلك القوة في عرض آخر مثل ج (شكل ٢٧) :: وس : ج ط ا ب

“ $\frac{1}{4}$ ق : ن ج العرض ولكن القوة الدافعة لا تقاوم الجاذبية على خط مستقيم الا عند خط الاستواء
 فاذا كان ج ب كل القوة الدافعة عند ج يكون ج د القسم منها الذي يقاوم الجاذبية ونسبة
 ج ب : ج د : ج س : ج ط اي “ $\frac{1}{4}$ ق : ن ج العرض فيقل الوزن ايضاً على النسبة المذكورة
 فنسبة خسارة الوزن على خط الاستواء الى خسارته في اي عرض فريض “ $\frac{1}{4}$ ق : مربع ن ج
 العرض اي ج د ∞ ج ط ”

(١٠٩) قد ظهر بالرقاص ان وزن جسم على خط الاستواء يقل عما هو عند القطب $\frac{1}{194}$
 وقد تبين ان الخسارة بالقوة الدافعة في $\frac{1}{194}$ فيبقى $\frac{1}{96}$ لا يعال عنه بهذا السبب فينسب الى الهيئة
 الهليجية بها يصير خط الاستواء ابعد من القطب عن المركز

(١١٠) ثم يبرهن صحة ما تقدم بقياس اقواس من خطوط نصف النهار في اماكن مختلفة
 بين خط الاستواء والقطب فان وجدت الدرجات متساوية ابداً تكن الارض كرة وان وجدت
 الاميال في درجة من العرض تزيد بالاقتراب الى القطبين تكون شبيهة بكرة وقطرها القطبي
 اقصر من قطرها الاستوائي

لو كانت الفواجر دوائر لكانت درجات العرض على طول واحد ايها وقعت واذا طالت
 الدرجة نحو القطب فلان نصف قطر القوس قد طال فتكون تلك القوس قوساً من دائرة اكبر



شكل ٢٨

وتغير الانحناء على هذه الكيفية من خصائص
 الهليجية فعند ق (شكل ٢٨) تكون الدرجة
 اقصر وعند ك اطول وعند ل اطول
 وهكذا الى القطب ن . ومركز قوس ق هو
 اي اقرب الى السطح من مركز الهليجي
 ومركز ك عند ب ومركز ل عند د ومركز
 القوس القطبي ن عند ف اية الى الجهة
 المتقابلة من المركز س . فمراكز الربع الهليجي
 ق ن هي في المضي اب د ف وهو المسمى

درج ذلك الربع فكل ربع من كل هاجرة حاصل من انفراس درج والدروج الاربعة تكون
 الشكل اف غ ح حول المركز فلا نقطة من الهاجرة مركزها في مركز الارض

(١١١) ولاجل ايضا ج كيفية قياس خط من خطوط نصف النهار لفرض

ه م باعثة الهاجرة اي فضلة نصف المحور الاكبر وبعد المركز عن المحرق

A = نصف المحور الاطول اي $\frac{1}{2}$ ق الارض الاستوائي

B = نصف المحور المنضم " " القطبي

ط وط طول قوسين من الهاجرة بينها α من العرض

ع ع عرض منتصف القوس ط والقوس ط

فيستعلم ع ع وط وط بالرصد والقياس وقد تقدم كيفية استعمال العرض اي ع وع

فلاستعلم ط وط قس القاعدة اب بالمدقيق (شكل ٣٩) على سهل متسع وعين مقامات الى الجنوب او الى الشمال س دي ح ف بحيث يرى س من ا ومن ب ويرى د من س وب ويرى ي من س ود وهم جراً الى النهاية فالامر ظاهر انه بعد قياس اب فعلاً وقياس الزوايا عند ب وس يستعلم اس وس ب وهكذا في كل المثلثات. ثم حوّل هذا القياس الى سطح الافق هكذا



شكل ٣٩

ليكن ز (شكل ٤٠) سمت الراس ومن الافق واب مقامين

واستعلم ارتفاعهما ا ن ب والبعد بينهما اب ثم في المثلث ز اب مفروض

الاضلاع فنستعلم الزاوية ز اي القوس م ن قياسها على الافق. ويستغنى عن هذا التحويل اذا قيست

الزوايا بواسطة آلة ذات نظارة لتحرك عمودية على الافق

وعند قياس اس ب (شكل ٣٩) تُعرف الزاوية المحاذية

بين اس والهاجرة ومسطح كل ضلع X نظير جيب الزاوية المباشر

اليها (اي التي يحدنها مع الهاجرة) يعدل طول ذلك الضلع اذا

أُثبت على سطح الهاجرة ويجمع النقاط صف من الاضلاع مثل اب

وب س وس د ودي وي ح وج ف يعدل ل ل

افرض $a =$ مجموع الارتفاعات المشار اليها اميالا

وع ن = عرض النقطة ا اي الشمالية

وع ج = " " ف " الجنوبية

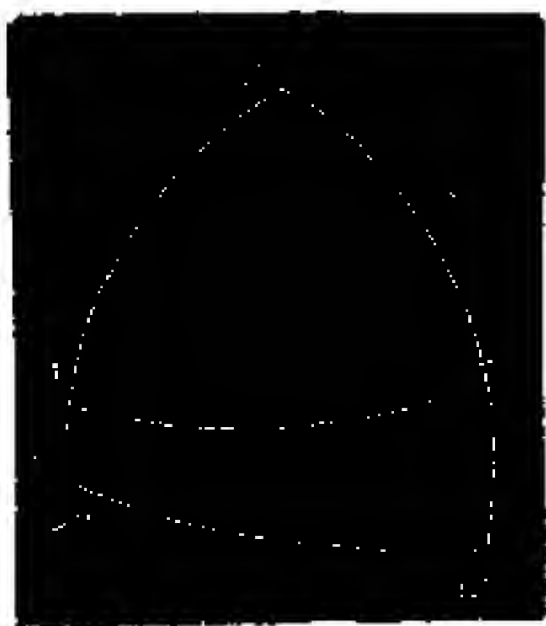
فلنا ع ن - ع ج : $a :: 1 : ط$

وط = $\frac{ع ن - ع ج}{a}$

ع ن - ع ج وع = $\frac{ل ن + ل ج}{2}$

كرر هذا العمل في مكان آخر الى الشمال او الى الجنوب من الاول فتستعلم قيمة ط ول فيستعلم

طول قوس من الهاجرة في العرضين ومن ذلك المحيط حسب قواعد قطع المخروط في خصائص



شكل ٤٠

(١١٢) قد قاس معلو هذا الفن اقواس من خطوط نصف النهار على درجات مختلفة من العرض وكانت كما يأتي

في الهند الشرقية في عرض	١٢° ٢٢' ٢٠"	فكانت الدرجة	٢٦٢٩٥٦	قدماً
" " " "	١٦° ٨' ٢١"	" "	٢٦٣٠٤٤	"
" اميركا "	٢٩° ١٣'	" "	٢٦٣٧٨٦	"
" ايطاليا "	٤٢° ٥٩'	" "	٢٦٤٢٦٢	"
" فرنسا "	٤٤° ٥١' ٢"	" "	٢٦٤٥٧٢	"
" دنمارك "	٥٤° ٨' ١٤"	" "	٢٦٥٠٨٧	"
" روسيا "	٥٦° ٢' ٥٥"	" "	٢٦٥٢٩١	"
" اسوج "	٦٦° ٢٠' ١٠"	" "	٢٦٥٧٤٤	"

وعلى موجب هذه التباينات يكون $0.0068468 = e$

$A = 79256.4$ ميلاً = القطر الاستوائي

$B = 78991.4$ القطبي

المعدل 79112.402

فضلة القطرين $26' 49$ ميلاً والهلجية ا ب فضلة $\frac{1}{4}$ ق الاستوائي والقطبي في اجزاء من

(٢٨) الاستوائي محسوباً واحداً $\frac{B-A}{A} = \frac{1}{791}$ من المعدل

فيكون جرم الأرض $(79112.402) \times \frac{\pi}{6}$

$= 0.0236 = 2594000000$ ميل مكعب

و 2598000000 اذا اضفنا الزيادة

(١١٣) وقد انضح ايضاً ان دائرة خط الاستواء ليست دائرة تامة بل هلجية وان قطرها

من طول $14' 23$ شرقاً الى $14' 23$ شرقاً اطول من العمودي طوله ميلين

الاطول 41852864 قدماً

الاقصر 41842816 قدماً

(ذكر في اعمال الجمعية الفلكية مجلد ٢٩ سنة ١٨٦٠) فلونومنا كرة مصنوعة على القطر القطبي

يكون الفرق بين الكرة الموهومة والكروية الحقيقية حلقة او منطقة او قشرة عنها عند خط الاستواء

2 ميلاً ترق عن الجانبين نحو القطبين وهذه المنطقة او هذه الحلقة قد سُميت حلقة الأرض الاستوائية

وهي تأثر في حركات الأرض والقمر بنسبة بعضها الى بعض من زيادة الجاذبية عليها
(١١٤) محيط الأرض الاستوائي ٢٥٠٠٠ تقريباً او ٢٤٨٦٩ ثنائياً ودرجة العرض في ٥٠°
في ٧٠ ميلاً تقريباً وفيها من الوف الأقدام ما يعدل ايام السنة اي ٢٦٥٠٠٠ وكل ثانية ١٠٠ قدم
تقريباً في العرض المذكور

(١١٥) ثالثاً يبرهن كون هيئة الأرض شبيهة بكرة من خطر ان رفاص على موجب قاعدة في
الميكانيكات اي ان خطر ان رفاص على طول واحد اذا فعلت فيه قوات مختلفة يتغير كغير جذور
تلك القوات المائلة فاذا انتقل رفاص الى اماكن مختلفة وعينت مراراً خطرانه في وقت مفروض
تُعرف نسبة قوة الجاذبية في تلك الاماكن بعضها الى بعض ومن ثم يُحسب بعد الاماكن عن مركز
الأرض واخيراً نسبة القطر الاستوائي الى القطبي وقد وجد ان الخطرات يسرع بالتقدم الى ناحية
القطب فيكون القطب اقرب الى المركز من خط الاستواء

(١١٦) رابعاً يبرهن ان الأرض شبيهة بكرة من ان للقمر اختلافاً في حركته حاصل من
زيادة جاذبية اجزاء الأرض الاستوائية فمن هذه الاختلافات يُعرف مقدار زيادة الهبوط في اجزاء
الأرض الاستوائية ومن هذه الطرق المستقلة تُعرف هيئة الأرض الحقيقية ومن ثم يُعتمد على نصف
قطرها قاعدة لقياسات كثيرة

(١١٧) اما من جهة حركتها اليومية من الغرب نحو الشرق فيبرهن من انه اذا أسقط جسم
من علو فلا يقع على خط عمودي من نقطة ابتداء سقوطه الى سطح الأرض بل الى الشرق منه لان
الحركة في الاعالي اسرع مما هي في الاسفل وذلك على خط الاستواء بخلاف قيراطين على السقوط
من علو ٥٠ قدم وقد تبرهن هذا الامر من امتحانات كثيرة أُجريت في اماكن كثيرة عن يد علماء
كثيرين

وتبرهن حركة الأرض من الغرب الشرق اليومية ما سمي عمل فوكولت نسبة الى من اجراه
اولاً وهو انه اذا عُلق ثقل بخيط دقيق طويل وخطر مثل رفاص ساعة فالسطح الذي يخطر فيه هو
عمودي على الافق ويرتبط نقطة التعليق والثقل برسم خطاً مستقيماً وعلى قصره يُحسب موازياً لسطح
الافق ومن ثناء خاصية السكون التي يشترك فيها كل جسم يتحرك في سطح واحد ابداً او اذا
تحركت نقطة التعليق يتحرك في سطح يوازي الاول ابداً فاذا خطر شمالاً وجنوباً عند خط الاستواء
اي في سطح الهاجرة ينبغي على ذلك لانه بحركة الأرض من الغرب الى الشرق لا يتحول عن سطح
عمودي ما يرتبط نقطة التعليق ولو كان ذلك السطح يتقل كل لحظة

اذا قُبل ذلك عند القطب لا يتحرك نقطة التعليق من موضعها بل تتحرك الأرض تحتهما ١٥

كل ساعة والثقل يبقى في سطحه الأول فالمركانة دار في رسم اقطار دائمة كاملة في ٢٤ ساعة على نسق ١٥ كل ساعة فاذا أجري العمل بين خط الاستواء والقطب يتحول عن الخط الأول بالظاهر ونسبة الانحراف : ١٥ : جيب العرض : $\frac{1}{2}$ ق

ويبرهن دوران الأرض على محورها أيضاً من مبادرة الاعتدالين كما سيأتي في محله (١١٨) على ثقل بواسطة شريط طويل فوق مائدة مستديرة السطح واجهة ان ينظر في سطح الهاجرة حتى لا ينصرف بقوة دافعة الى احد الجانبين عند تحريكه فاجذبه الى الجنوب او الشمال بخط دقيق



شكل ٤١

ثم افلته باحراق الخط فيبتدئ ينحرف في سطح الهاجرة ثم اذا لاحظته عند طرفي قوس الخطران ترى انه بالظاهر قد مال عن سطح الخطران الأول فالطرف الشمالي يكون قد تحرك في السموت نحو الشرق والجنوبي نحو الغرب اذا كان العمل في النصف الشمالي وبالعكس في النصف الجنوبي وبعد حين يرى ان الخطوط المرسومة على المائدة ليست هي خطوط مستقيمة كما كانت لو بقيت المائدة ثابتة بل هي منحنيات مثل المرسومة في (شكل ٤١) كلها تتقاطع في مركز المائدة

فلو حدث الزيفان عن السطح الأول من تحريف الثقل بالتحريك الأول لما رسم منحنيات

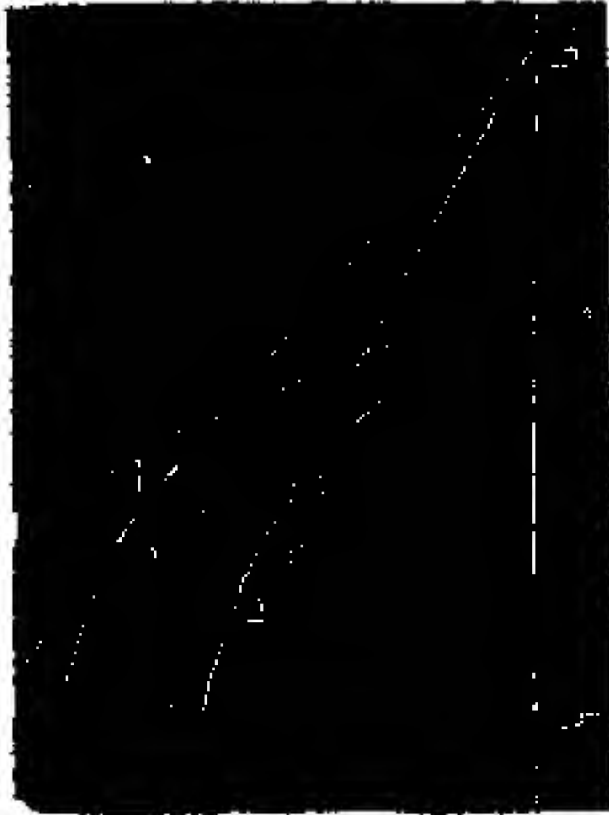


شكل ٤٢

من النوع المذكور بل من النوع المرسوم في (شكل ٤٢) اما المنحنيات من النوع الأول فهي نفس ما ينتصيه الخطران في سطح واحد ودوران المائدة تحت الثقل . اي قد حمل جانب المائدة الجنوبي الى الشرق اكثر من الجانب الشمالي فكأنها قد تحركت في سطحها على مركزها وهذه الحركة دائمة كاملة في ٢٤ ساعة عند القطب ولا شيء عند خط الاستواء كما هو واضح لاقل تأمل والعمل اوضح كلما تقدم العامل

نحو القطب كما يوضح من شكل ٤٣

ليكن ف (شكل ٤٣) القطب الشمالي وس مركز الأرض وس ف ق محورها بعد إخراجها
واوب وضع المائة في وقتين بينها دقيقة مثلاً فيها قد دارت
الهجرة اف ١٥ حول ف حتى صارت في ب ف فسطح
المائة ماس لسطح الأرض فاذا أُخرج من ا او من ب يلاقي
المحور عند ق رأس مخروط قاعدة الدائرة اليومية للهل وفي
هذه المدة السيرة يُحسب سطح المخروط ق ا ب مستويًا فتكون
حركة المائة كماها قسم من ذلك السطح وكانها دوران حول ق
والنقطة من محيطها المتجه نحو ق وهي عند ا تبقى متجهة الى ق
بعد نقلها الى ب والنظر الموافق الهجرة يتقل من الوضع ن ن
الى الوضع ك ك وبينها الزاوية اق ب وهي لاشيء عند خط



شكل ٤٣

الاستواء أي الماس لا يلاقي المحور وعند القطب في نفس الزاوية الكروية اف ب

(١١٩) ان كثافة الأرض بالنسبة الى كثافة الماء :: ١٠٥٦٧ : ١ أي ثقلها النوعي = ١٠٥٦٧
وقد تأكد ذلك من امتحانات كثيرة منها ما أجري على جبل عالي في اسكونلاندا على هذه الكيفية



شكل ٤٤

ليكن ج (شكل ٤٤) الجبل ب ود مقامين الواحد
على جانبيه الشمالي والآخر على جانبيه الجنوبي وهما على هاجرة
واحدة ونجما ون غ ن ي بعد النجم عن سمت الرأس
للمقامين معروف بالقياس بواسطة نظارة سمتية فلولا الجبل
لدل ميزان النظارة على سمت الرأس غ وي وجاذبية
الجبل قد حرفة الى غ وي فتمت وصل النجم ن الى خط
نصف النهار قيس ن ي ثم في اليوم التالي ن غ وقد عرف
ن ي ن غ أي فضلة عرض المقامين فعرف انحراف
الميزان عن العمودية بمجاذبية الجبل فوجد غ غ ي ي =

١١٧ " أي ثقل الميزان الدال على الخط العمودي انصرف عن العمودية أكثر من ١١ " بمجاذبية الجبل
ثم بنياس الجبل في جهات مختلفة منه حسب جرمته وكثافته ونسبة جرم الجبل : كثافته :: جرم الأرض
: كثافتها ، ووجد من ذلك كثافة الأرض ٤٧١٢

(١٢٠) وقد استعمل بعضهم كثافة الأرض حديثاً سنة ١٨٧٢ بواسطة ميزان التل الذي اخترعه

كافنديش في القرن الماضي فوجد أن معدّلها في الصيف ٥٦٥ وفي الشتاء ٥٥٠٠٠ ومعدّلها ٥٥٣
 أن حسبنا وزن قدم ماء مكعب $\frac{1}{12}$ ليبراً يكون وزن الأرض
 ٦٠٦٩ طون
 فضلاً عن وزن الهواء وعلى افتراض علو الهواء ٢٧ ميلاً فقط يكون ثقله وحدة
 ٥١٧٨ طون

ولكن أجزاء سطح الأرض ليس لها هذه الكثافة والتبعية أن كثافة أجزائها الداخلية أكثر من كثافة
 أجزاء سطحها وهذا مثبت الزعم بأنها كانت سائلة لأن السائل عند جوده يُجذب أجزاء الكثف
 إلى نحو مركز الجاذبة

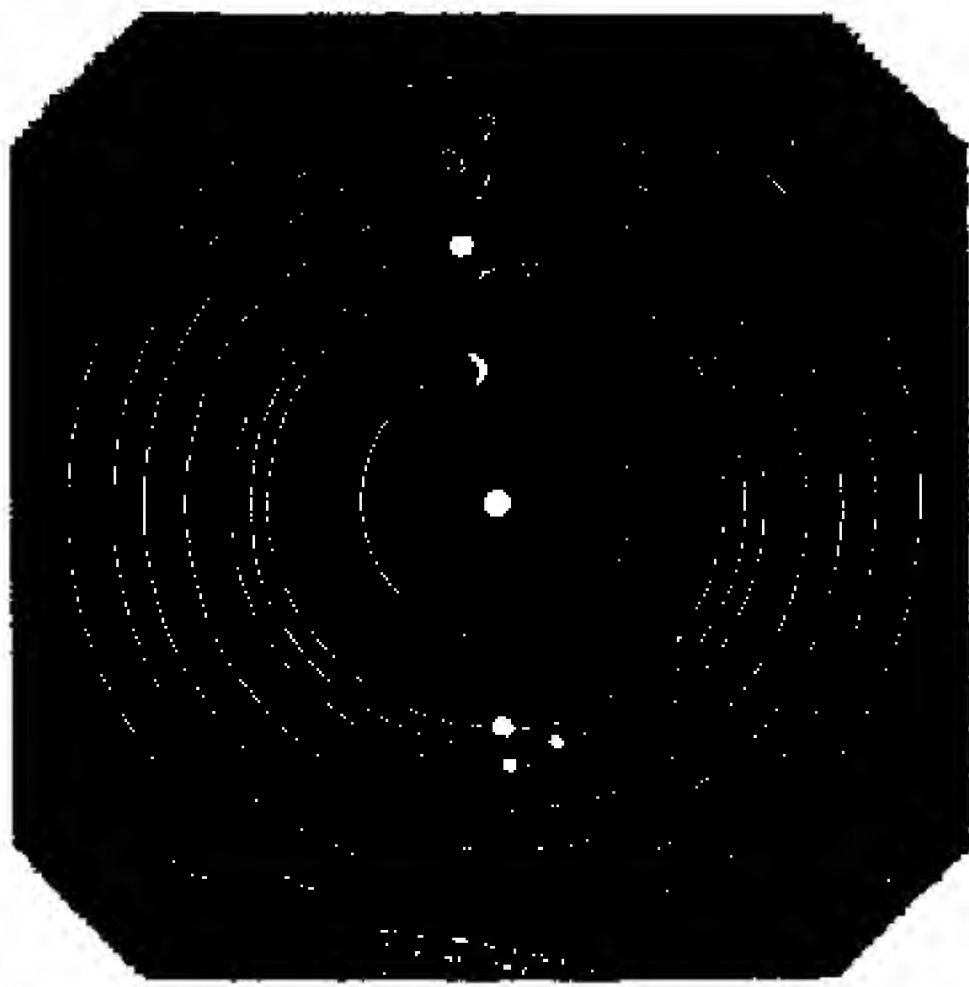
أن معرفة كثافة الأرض أمر كلي الاعتبار لأنه منها يستعلم كثافة الأجرام السموية ومن كثافتها
 مقدار جاذبيتها ومن ذلك فعلها في حركات الأجرام الأخرى
 وزعم إسحق نيوتون بأن كثافة الأرض ٥ أو ٦ مرات كثافة الماء وذلك قبل استعلامها
 بزمان طويل



الجزء الثاني

في النظام الشمسي

(١٢١) في ما تقدم قد نظرنا الى الارض من جهة نسبتها الى الاجرام السماوية فلننظر الآن



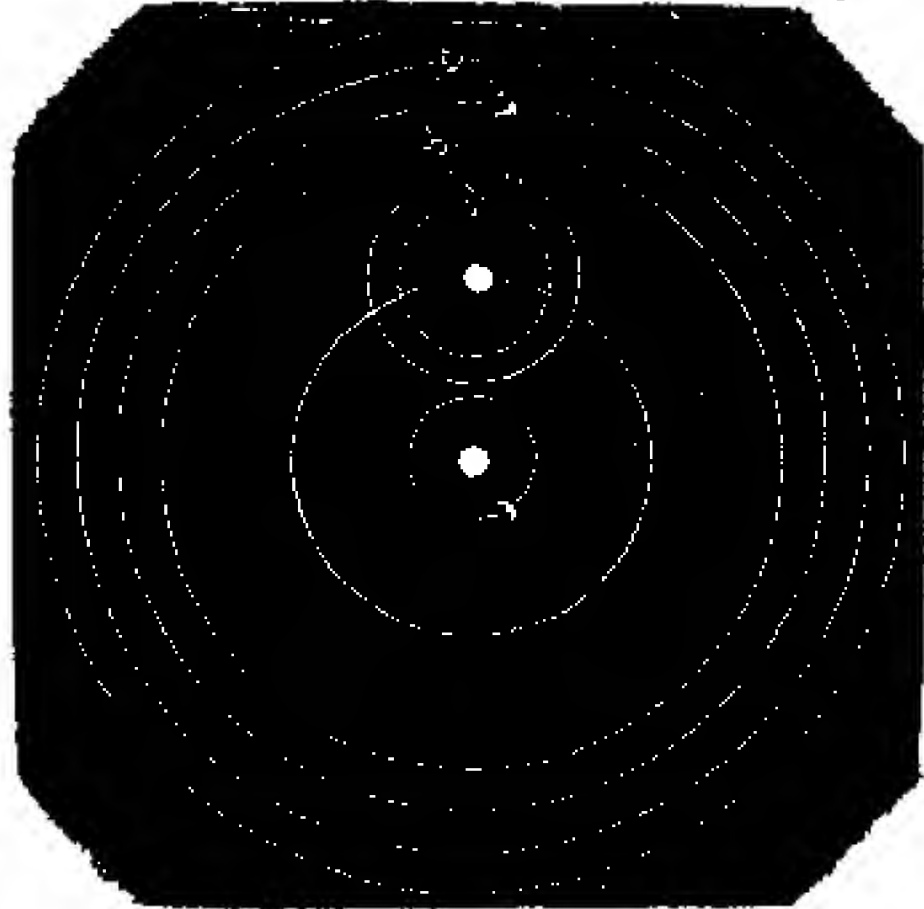
النظام البطليموسي شكل ٤٥

الى النظام الشمسي اي الاجرام التي لها حركات حول الشمس واولا الى الشمس نفسها ثم الى القمر ثم الى السيارت ثم الى النجوم ذوات الاذنان الاربعة من جهة النظام الشمسي اربعة

الاول الراي البطليموسي نسبة الى بطليموس من مدرسة الاسكندرية صاحب كتاب المجسطى عاش نحو ١٢٠ ق م وعلم بان الارض في المركز وكل السيارت تدور حولها واولا القمر ① ثم عطارد ② ثم الزهرة ③ ثم

الشمس ④ ثم المريخ ⑤ ثم المشتري ⑥ ثم

زحل ⑦ اما ارستارخوس من جزيرة صاموس ق م ٢٨٠ فعلم حسب رايه ارخميدس

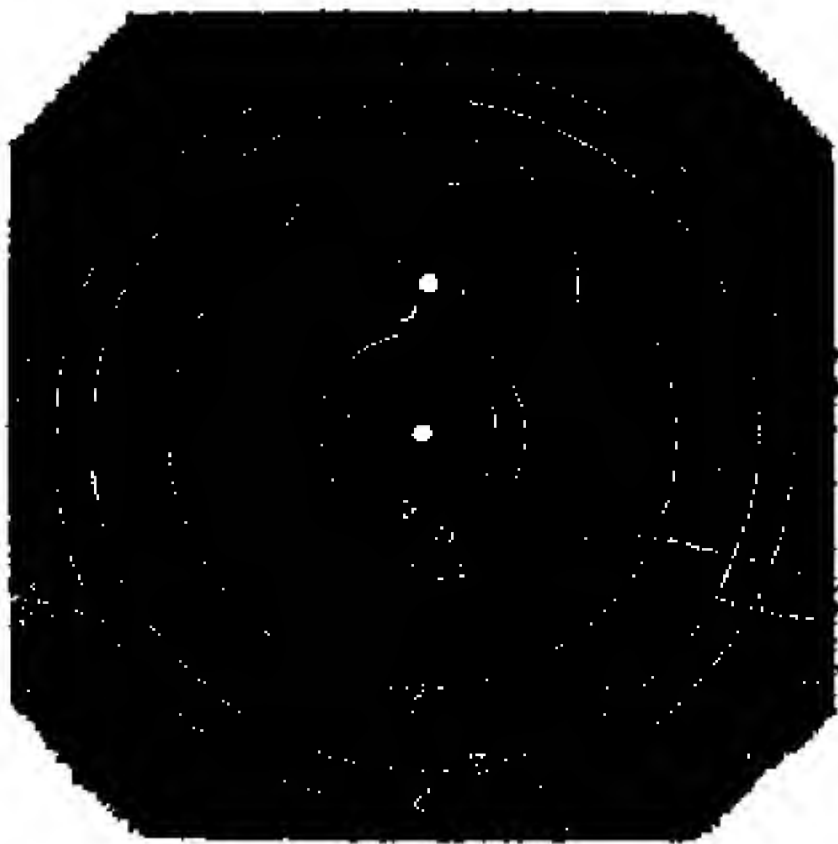


النظام المصري شكل ٤٦

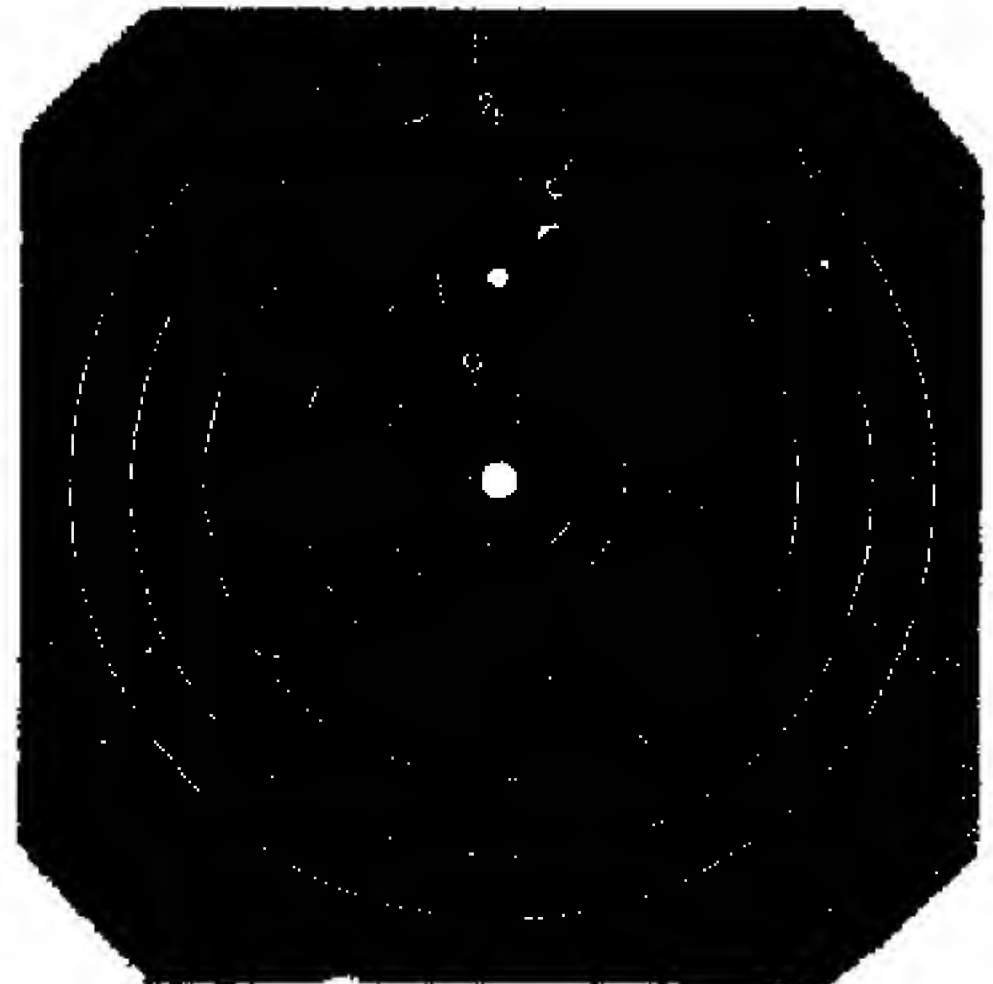
وفلو طرخوس ان الارض تدور حول الشمس فشيكي عليه بالكفر وبعد ذلك بنحو ٢٠ سنة طل كليا شوس من اسوس عن ظواهر الاجرام السماوية بثبوت الشمس ودوران الارض حولها ودورانها على محورها وهو ايضا شيكي عليه امام المحكام لاجل الكفر بسبب مضادة هذا الراه الاربعة الشائعة

الثاني المصري واختلف عن البطليموسي بان جعل عطارد والزهرة قمرين للشمس بدوران حولها

وبقي الرأي البطليموسي غالباً مدة اقران كثيرة الى القرن الخامس عشر من التاريخ المسيحي لما قام كوبرنيكوس وعلم بثبوت الشمس ودوران السيارات حولها أولاً عطارد ثم الزهرة ثم الارض ثم المريخ ثم المشتري ثم زحل واشهر راية في كتابه المعنون بمركات الاجرام السموية فحكم مجمع فخر كنيسة رومية عليه بالهرطقة ونهى عن اشهار كتابه وعن قراءته ولو طالبت يدهم لخرقوا صاحبة واضطهدوه كما اضطهدوا الفيلسوف جليليو في شيخوخته



الظام التيجوي شكل ٤٨



الظام الكوبرنيكي شكل ٤٩

الرأي الرابع المستحق الذكر رأي تيخوبراي جعل الارض في المركز ثابتة ثم القمر يدور حول الارض ثم الشمس تدور حول الارض وعطارد والزهرة وسائر السيارات تدور حول الشمس اقماراً لها ثم قام كلرو واسحق نيوتون وبيننا صحة الرأي الكوبرنيكي فاندثرت بقية الآراء كلها

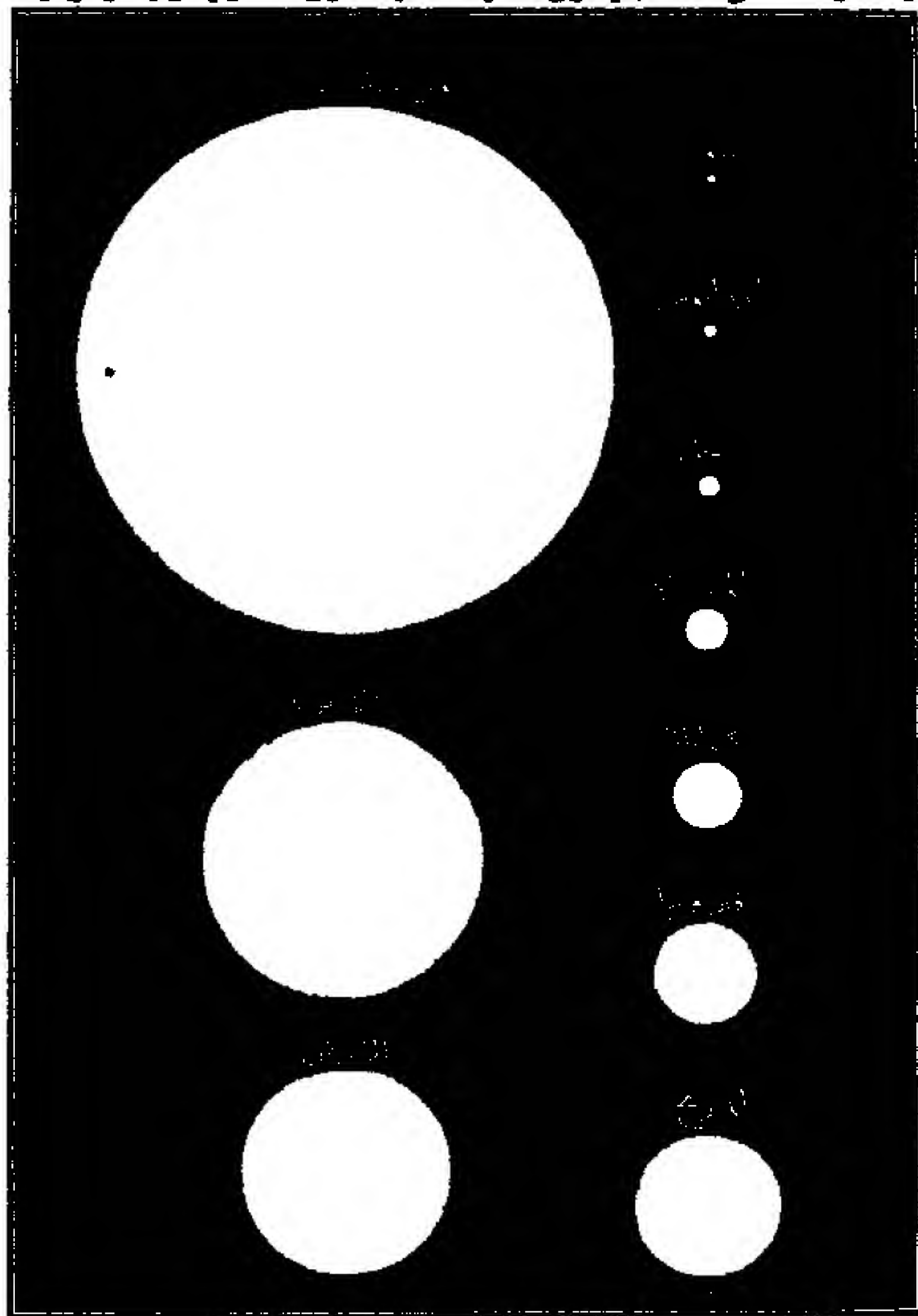
الفصل الاول

في الشمس والنور البرجي

(١٢٢) ان العين المجردة لا تستطيع النظر الى الشمس من شدة نورها . ولو نظرت اليها بنظارة لا تلقت بالحوال من زيادة النور والحرارة فيستعان ببلورات ملونة تكسر حدة النور او بتقطعة عينية تدخل في النظارة ترسل بعض نور الشمس الى العين فقط ويمكن النظر اليها بالعين المجردة احياناً اذا حجبها ضباب او سحابة بعض الاضباب وايضاً صباحاً ومساءً وفي قرب الافق فندراها

فِرصاً مستديراً نيراً كل اقطارها متساوية غير انه قد تختلف اقطارها بالظاهر وهي بقرب الافق بسبب الانكسار كما سوف يتضح في محله

ثم ان قطر ما الشمس الظاهر في اول كانون الثاني اطول مما هو في اول تموز وهو يصغر قليلاً



قطر الشمس مظلورة اليها من السيارات

شكل ٤٩

كل يوم بين ١ ك ٢ و ١ تموز ثم ياخذ بالزيادة ايضاً حتى يعود كما كان في ١ ك ٢ وسبب ذلك ان الارض اقرب اليه في ١ ك ٢ ما هي في سائر السنة وابتعد عنها في ١ تموز فكل ما كانت الجرم قريباً ظهر اكبر وكل ما بعد صغر جرمه الظاهر فلا بد من ظهور الشمس في عطارده اقرب السيارات اليه

أكبر جدًا ما نظهر في نبتون أبعد السيارات عنها وقطرها الظاهر من عطارد $82' 49''$ ومن نبتون $4'$ وحرارة الشمس ونورها في عطارد $67' 6''$ وفي نبتون 0.001 على افتراضها في الأرض واحدًا أبعد في عطارد 6670 مرة ما هي في نبتون وللإعانة على تصور هذا الأمر قد رسمنا هنا قطر الشمس الظاهر عند كل واحد من السيارات ربما نسبيًا (شكل ٤٩)

(١٢٣) ان معدل بُعد الأرض عن الشمس هو المعتقد عليه قياسًا في الحسابات الفلكية أي يُعتبر هذا البعد واحدًا ثم يقال ان المسافة الفلانية هي كذا وكذا أمثال بُعد الأرض عن الشمس فينتضي استعمال ذلك البعد بكل تدقيق ولأجل معرفته يقتضي أولًا معرفة اختلاف الشمس الأفقي الاستوائي وهو يستعمل من عبور الزهرة على وجه الشمس كما سيأتي بيانه. ومن عبور الزهرة الذي حدث سنة ١٧٦٩ حسب الاختلاف الأفقي الاستوائي على معدل بُعد الشمس $8' 5776''$

فلأجل استعمال بُعد الشمس لنا هذه النسبة (شكل ٥٠)



شكل ٥٠

(٢٩)

جيب ب ش ت : $\frac{1}{4}$ ق : ب ت : ب س
أي جيب $8' 5776''$: $\frac{1}{4}$ ق : $176' 176''$: ب س
 10.000000 $\frac{1}{4}$ ق

نسب $176' 176'' - 2' 5975754 =$

$173' 5975754$

جيب $8' 5776''$ $6' 182106 =$

$7' 9790748 = 90294000$ ميل

أو جيب $8' 5776''$ منبأ الحسابي $4' 2817894$

10.000000

00.000000

$24.872 = 4' 2817894$

ش ب =

= أمثال نصف قطر الأرض في بُعد الشمس و $24.872 \times 176' 176'' = 90294000$

كما تقدم

(١٢٤) وفي سنة ١٨٥٧ اشار سيرجورج أبري رئيس مرصد كريينويج باستعلام اختلاف الشمس الافقي من تحريف المَرَّيج عن موضعه في صعود مستقيم عند رصد وهو بعيد عن الهاجرة شرقاً وغرباً وذلك من مرصد واحد والسيار في الاستقبال وعلى اقل بعد عن الارض كما كان في الاستقبال سنة ١٨٦٠ و١٨٦٢ وكما يكون ١٨٧٧ فرصد بكل تدقيق من مرصد فكتوريا في ويلس الجديدة الجنوبية ومن تلك الرصد حسب الاختلاف الافقي الاستوائي $8^{\circ} 922''$

وقبل ذلك في سنة ١٨٦١ قرر لافرييه بالنراساوي ان اضطرابات حركات الارض والزهرة والمَرَّيج لا يعزل عنها الا باتخاذ الاختلاف الشمسي اعظم من قيمته المحسوبة من عبور الزهرة سنة ١٨٦٩ اي $8^{\circ} 5776''$ وعلى ما ظهر له حسب $8^{\circ} 95''$ ومن رصد المَرَّيج في بُلَنكوفيا ورأس الرجاء الصالح حسب $8^{\circ} 964''$ وقبل ذلك في سنة ١٨٥٤ بينا كان هانسن من كوئا يصطنع زيجات للقمر كاتب رئيس مرصد كريينويج فائلاً ان اختلاف الشمس الافقي المعتمد عليه اقل من الحقيقة وفي سنة ١٨٦٣ حسب $8^{\circ} 9109''$

 $8^{\circ} 578''$

القيمة القديمة المحسوبة من عبور الزهرة

 $8^{\circ} 916''$

قيمة هانسن من معادلة اختلاف القمر

 $8^{\circ} 964''$

" ونكي من رصد المَرَّيج

 $8^{\circ} 930''$

" ستون " " "

 $8^{\circ} 950''$

" لافرييه من اضطراب المَرَّيج والزهرة والقمر

 $8^{\circ} 94''$

المعدل

وهذا الاصلاح القليل في زاوية الاختلاف الشمسي اية $0^{\circ} 36''$ من القوس يجعل معدل بعد الشمس 11430000 ميل . ومقدار الاصلاح نحو غلط شعرة انسان على بعد ١٢٥ قدماً عن الناظر فيظهر من ذلك دقة هذه الحسابات . وسوف تحقق هذه القيمة او تصح من رصد عبور الزهرة في كانون ١ سنة ١٨٧٤

(١٢٥) ويعين على ادراك بعد الشمس الشاسع اعتبارنا حركة النور وهي 112000 ميل كل ثانية فيقتضي للنور ٨ دقائق و١٧ ثانية لكي يصل من الشمس الى الارض . اما الصوت فيسير ١١٥ قدماً كل ثانية فلوا امتد الهواء الكروي الى الشمس حتى يكون قطع صوت تلك المسافة ممكناً لاقتضي لذلك ١٤ سنة وشهران وطائر يطير كل ساعة ٢٠ ميلاً ينتهي الى الشمس بعد ٢٤٧ سنة

(١٢٦) لاجل استعلام قطر الشمس الحقيقي يقتضي قياس قطرها الظاهر واذ عُرِف بعدها فاستعلام قطرها سهل . اما معدل قطرها الظاهر فهو $23' 4''$ نصفه $16' 17''$ = اس

(شكل ٥١) فلنا هذه النسبة

١/٢ : جيب ا ي س :: ي س : ا س (٤٠)

$$\frac{1}{2} : \text{جيب } 16' 17'' :: \left. \begin{array}{l} 90594000 \\ 91430000 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 444200 = \text{ا س} \\ 426290 = \text{ا س} \end{array}$$

فعلى البعد الاول يكون قطرها ٨٨٦٠٠ ميلاً

وعلى " الثاني " " ٨٥٢٥٨٠ ميلاً

ولا نستطيع عند قطبيها فنقطرها القطبي يعدل قطرها الاستوائي على ما علم الى الآن



شكل ٥١

اذا انقسم انظر الظاهر لجرم سماوي على مضاعف اختلافه الاقني يكون الخارج نسبة ١/٢ قطره الى ١/٢ قطر الارض لان مضاعف اختلافه الاقني انما هو قطر الارض كما يترايا لنا ظريفي ذلك الجرم وعلى ابعاد متساوية تكون المقادير الظاهرة مناسبة للمقادير الحقيقية

(١٢٧) قيمة "ا" على معدل بعد الشمس = ٤٤٨ ميلاً فند يكون قطرها القطبي اقصر من

الاستوائي ولا يشعر بذلك بالوسائط المعروفة الآن لقياس الروايا

(١٢٨) اذا اعتمدنا على الكمية الثانية دلالة على قطر الشمس يكون قطرها ١٠٨ امثال قطر

الارض اية اذا وضعت ١٠٨ اروض مثل ارضنا مجانباً تمتد من جانب الشمس الى الجانب الآخر

واذا اعتمدنا على القيمة الاولى لقطر الشمس يكون ١١٢ مثل قطر الارض

الكرات تغير ككعوب اقطارها فنسبة جرم الشمس الى جرم الارض

$$108 : 1 :: 1259700 : 1 \text{ تقريباً}$$

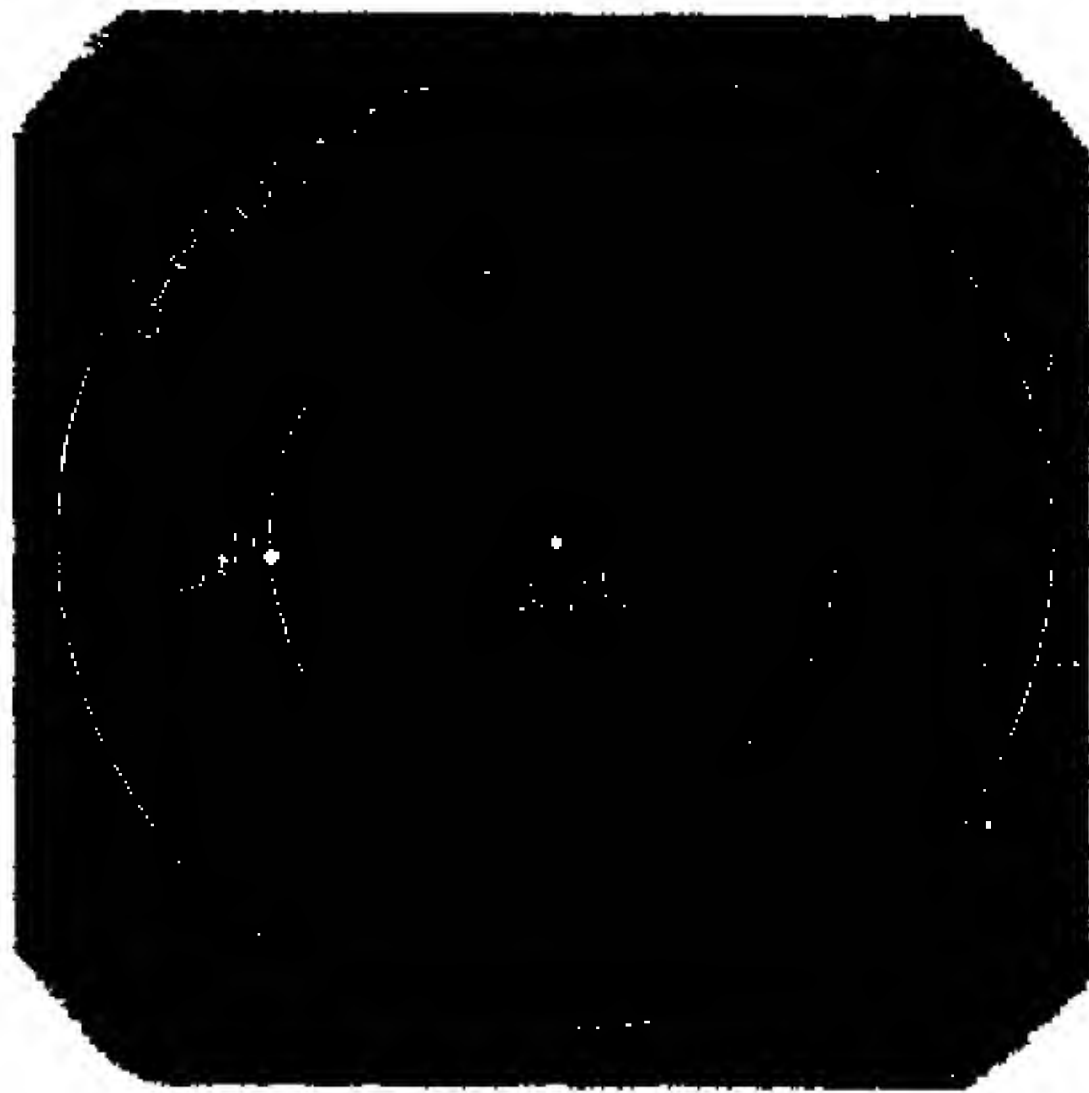
$$\text{او } 112 : 1 :: 1400000 : 1 \text{ تقريباً}$$

وقد حسب جرم الشمس ٦٠٠ مرة مجتمع اجرام كل السيارات واقارها معاً فلو وضعت الشمس

بحيث يكون مركزها في موضع مركز الارض لامتد محيطها ٢٦ مثل قطر الارض ابعاد من القمر كما

يضع من شكل ٥٢

(١٢٩) لاجل استعمال محيط الشمس اضرب القطر ٨٥٢٥٨٠ × ١٤١٥٩ = ١٢٩



شكل ٥٢

$$\text{نسب } 802580 = 130.7201^{\circ}$$

$$314159 = 4971499^{\circ}$$

$$\text{ميل } 278500 = 4278850^{\circ}$$

وإذا حسبنا قطرها ٨٨٨٦٠٠ ميل

يكون محيطها ٢٧٨٥٤٠٠

أما مساحتها بالنسبة إلى مساحة الأرض فلكون مساحة الكرات بالنسبة إلى مربعات أقطارها

$$\text{لنا } 1:11664 :: 1:108^2$$

$$\text{أو } 1:112^2 :: 1:12544$$

(١٢٠) قد تقدم أن جرم الشمس

نحو ١٢٥٩٧٠٠ مثل جرم الأرض وقد ظهر

بواسطة سياني بيانها أن مادة الشمس الطيف من مادة الأرض وإن نسبة مادتها إلى مادة الأرض

كنسبة ٢١٤٧٦٠ : ١ فتكون نسبة كثافة الشمس إلى كثافة الأرض :: ٢١٤٧٦٠ : ١٢٥٩٧٠٠

أي :: ٤ : ١ فإذا كان ثقل الأرض النوعي أي ثقلها بالنسبة إلى الماء ٦٧٠٠ كما حسبنا ييلي (ع١٢)

يكون ثقل الشمس النوعي ٤٢

(١٢١) أما كيفية استعمال مادة الشمس فقد تبرهن أن الجاذبية تتغير كمقدار المادة وبالقلب

كمربع البعد أي

$$\text{ج } \frac{f}{r^2} \infty \frac{b}{r} \text{ وتبرهن أيضاً أن الجاذبية تتغير كالبعد وبالقلب كمربع المدة (ع١٤) أي}$$

$$\text{ج } \frac{b}{r} \infty \frac{b}{r} \text{ في المساواة لنا}$$

$$\frac{f}{r^2} = \frac{b}{r} \infty \frac{b}{r} \text{ أي إذا دار جرم حول آخر فادة الجرم المركزي تتغير ككعب}$$

البعد وبالقلب كمربع وقت دوران الجرم الدائر حوله . فلكي تقابل مادة الأرض التي يدور حولها

القمر بمادة الشمس التي تدور حولها الأرض لنا

$$(٤١) \quad \frac{\text{بعد القمر}}{\text{بعد الشمس}} = \frac{٢٣٨٦٥٠}{٢٥١٢٤٠٠} :: ١ : ٢٥٤٤٠٠ \text{ تقريباً}$$

$$\frac{\text{مدة القمر}}{\text{مدة الشمس}} = \frac{(٢٧^{\circ} ٢٢')}{(٢٦٥^{\circ} ٢٥٦')}$$

ونسبة ٢٥٤٠٠٠ : ١٤٠٠٠٠ : ١ : ٤ تقريباً كما تقدم

(١٢٢) اما قوة الجاذبية على سطح الشمس فتستعمل ما تقدم من جهة نسبة مادة الشمس الى

مادة الارض . لانه قد تبين ان ج $\propto \frac{r}{r^2}$

فلنفرض = الوزن على سطح الارض و ω الوزن على سطح الشمس فلنا

$$(٤٢) \quad \omega : 1 :: \frac{٢٥٤٠٠٠}{٢٨} : 1$$

اي وزن جسم على سطح الشمس ٢٨ مرة وزنه على سطح الارض فان سقط جسم على سطح الارض $\frac{1}{13}$ قدماً في الثانية الاولى فعلى سطح الشمس يسقط $\frac{1}{13} \times ٢٨ = \frac{1}{4}$ قدماً في الثانية الاولى من سقوطه

(١٢٣) الشمس بالنسبة الى الارض والسيارات ثابتة فاذا قلنا الشمس اشرقت او غابت او الشمس تحرك من برج الى برج كل شهر فالمعنى الحركة الظاهرة وهي حاصلة من حركة الارض لا حركة الشمس وهي بالنسبة الى الثوابت واحدة منها وموقعها في المجرة

الشمس كمن تحيطها مادة نيرة ترسل بالاشعاع نورها وحرارتها الى ابعد من السيارات يتون اية اكثر من ٢٧٠٠ الف الف ميل وقد حسب ان الارض تنال ... من حرارة الشمس وكل تأثيرها في الارض هو من هذا القسم الجزئي من حرارتها ونورها فكيف يفوق الادراك وعلى حساب بعضهم حصة الارض السنوية تكفي لتدوير صفيحة جليد كاسية كل سطح الارض عنها ٥٠ ذراعاً وعلى حساب بعضهم نورها يضاهي نور ٥٥٦٢ شمعة من السيارات على بعد قدم واحد اما نور القمر فحسب انه يضاهي نور شمعة على بعد ١٢ قدماً فيزيد نور الشمس على نور القمر ١٠٧٢ ٨٠١ مرة وحسب بعضهم ٦١٨٠٠٠ مرة

(١٢٤) ينبغي الاحتراز من النظر الى الشمس بالعين المجردة لئلا تؤذي بشدة النور والحرارة ولو نظير الى الشمس بنظارة بدون واسطة لتوقية العين لانيقت بالمال ويمكن تأكيد سطح الشمس بسهولة اذا انقبت صورتها على قرطاس بواسطة نظارة بعد وضع حاجب بين طرفيها لينع ظلة على

القرطاس فعند النظر الى سطح الشمس بهذه الواسطة او راساً بواسطة قطعة عينية مناسبة تلاحظ اربعة اشياء (١) الكلف (٢) المشاعيل (٣) التبييع (٤) الكرة الغازية المحيطة

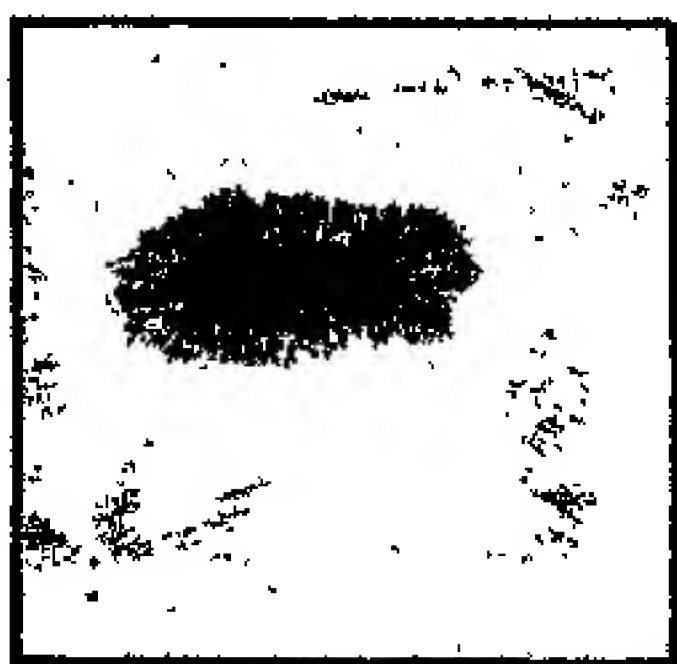
(١) الكلف. هي على هيئة مختلفة غير ثابتة موضعاً وشكلاً وقلما يخلو وجه الشمس منها تارة تكثر واخرى تقل متفرقة على وجهها كما في الصورة الاولى (شكل ٥ و ٦) وفي رصد شوالي من دسار مدة ٢٠ سنة في بعض السنين لم تغل الشمس من كلف يوماً واحداً وفي بعض السنين خلت يوماً واحداً وفي البعض خلت ١٢ يوماً

(١٢٥) ان لم تكن الكلفة صغيرة جداً يرى لها قسبان النواة السوداء والظل حول النواة (انظر الصورة الاولى) اما النواة السوداء فربما تكون سوداء بالنسبة الى شدة النور حولها كما ينضج من القاء نور الشمس على قسم من قرطاس ابيض فان القرطاس في القسم غير المصاب بنور الشمس يبان اسود بالنسبة الى شدة بياض القسم المنور. وتارة يشتد سواد النواة وتارة يضعف اما الظل فمساحة النواة كنسبة ٧ الى ٢ تقريباً وهو افتح لوناً وعند حافته حول النواة تتواتر تطفئ على النواة تشبه ورق الصنصاف هيئة وتارة تمتد نقطة فأكثر من ورقات الصنصاف من جانب الكلفة الى الجانب المقابل فتفصل الكلفة الواحدة الى قسمين او الى عدة اقسام (انظر صورة ٢) فكان الكلفة حدثت من تفرقع شديد على سطح الشمس دفع مادة الكرة النيرة الى كل الجهات فظهرت هوة عظيمة عميقة ثم اخذت تلك المادة بالرجوع الى موارنتها فامتد منها قطع وألسته من الجانبين حتى التقت. وهذه القناطر تدل على ان الكلفة قد اخذت بالانحفاء والزوال من ذلك الموضع

(١٢٦) قد تبلغ الكلفة مساحة عظيمة جداً. ذكرت كلف قطرها ١٤٠٠٠٠ ميل وذكر هرشل الثاني كلفة مساحتها ٢٧٨٠٠٠٠٠٠ ميل مربع وإذا اجتمعت عدة كلف بعضها بقرب بعض فقد تمتد على ربع قطر قرص الشمس وإذا زادت الكلفة عن ٥٠ " قطراً تترى بالنظر المجرد من وراء ضباب وزجاج ملون (الصورة الثانية شكل الكلفة رأياً نسبت ٢٩ تموز سنة ١٨٦٩ وشكل ٢ كلفة رأياً سكي ٢٠ ك ٢ سنة ١٨٦٥)

(١٢٧) ان هذه الكلف لا تترى بقرب قطبي الشمس وهي قليلة عند خطها الاستوائي وأكثر حدوثها في منطقة حدها الى الشمال من خطها الاستوائي ٢٠ أو ٢٥° وكذا الى جنوبه وذكر لاهير الفرنسي كلفة في عرض شمسي شمالي ٢٠° ولعله خطأ في الحساب وحدوثها الى شمال خط الاستواء أكثر من حدوثها في جنوبه غير انه قد لاحظ بعضهم ان كلفة في النصف الشمالي غالباً يعينها كلفة في النصف الجنوبي مثل الشمالية عرضاً. وعندما ياخذ مجموع كلف في الزوال فذلك

الصورة الأولى



1



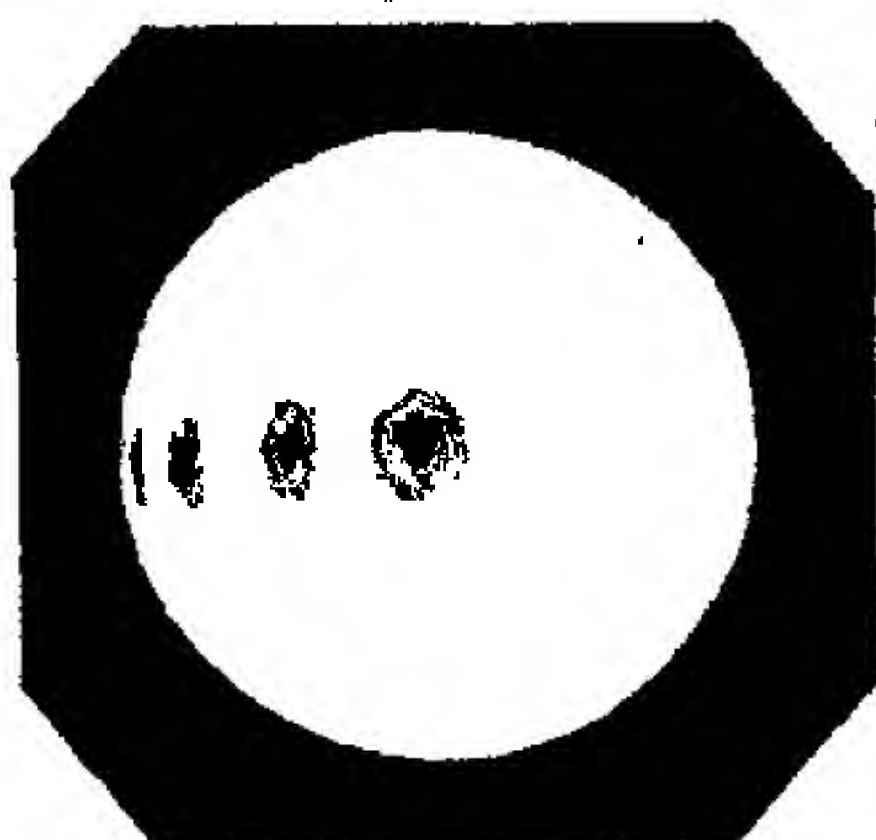
2



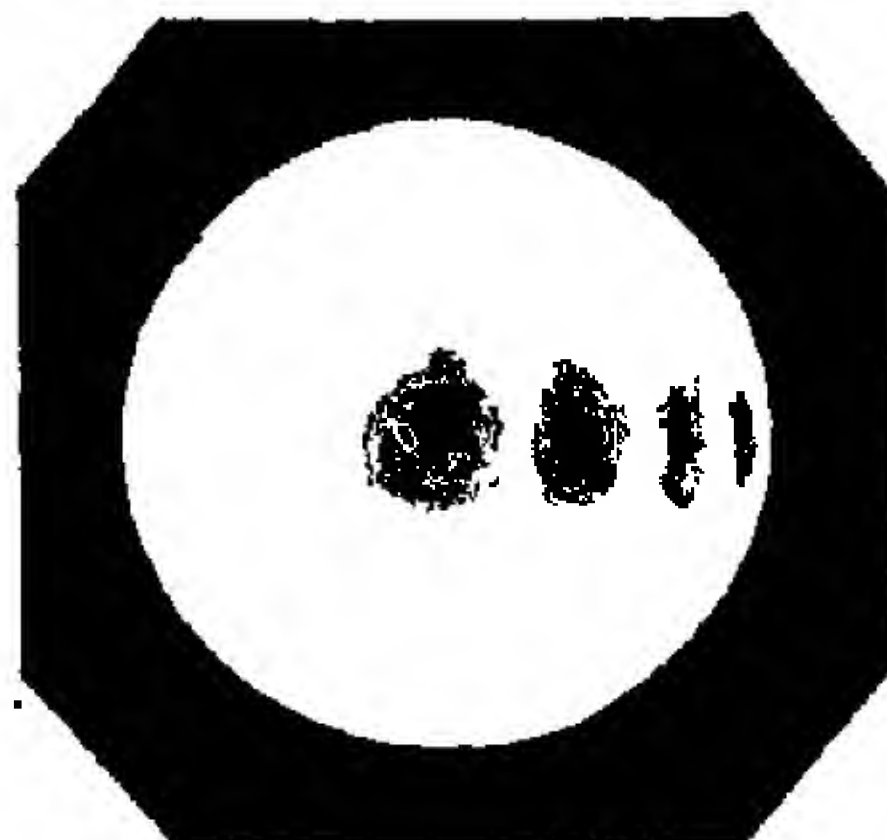
3



4

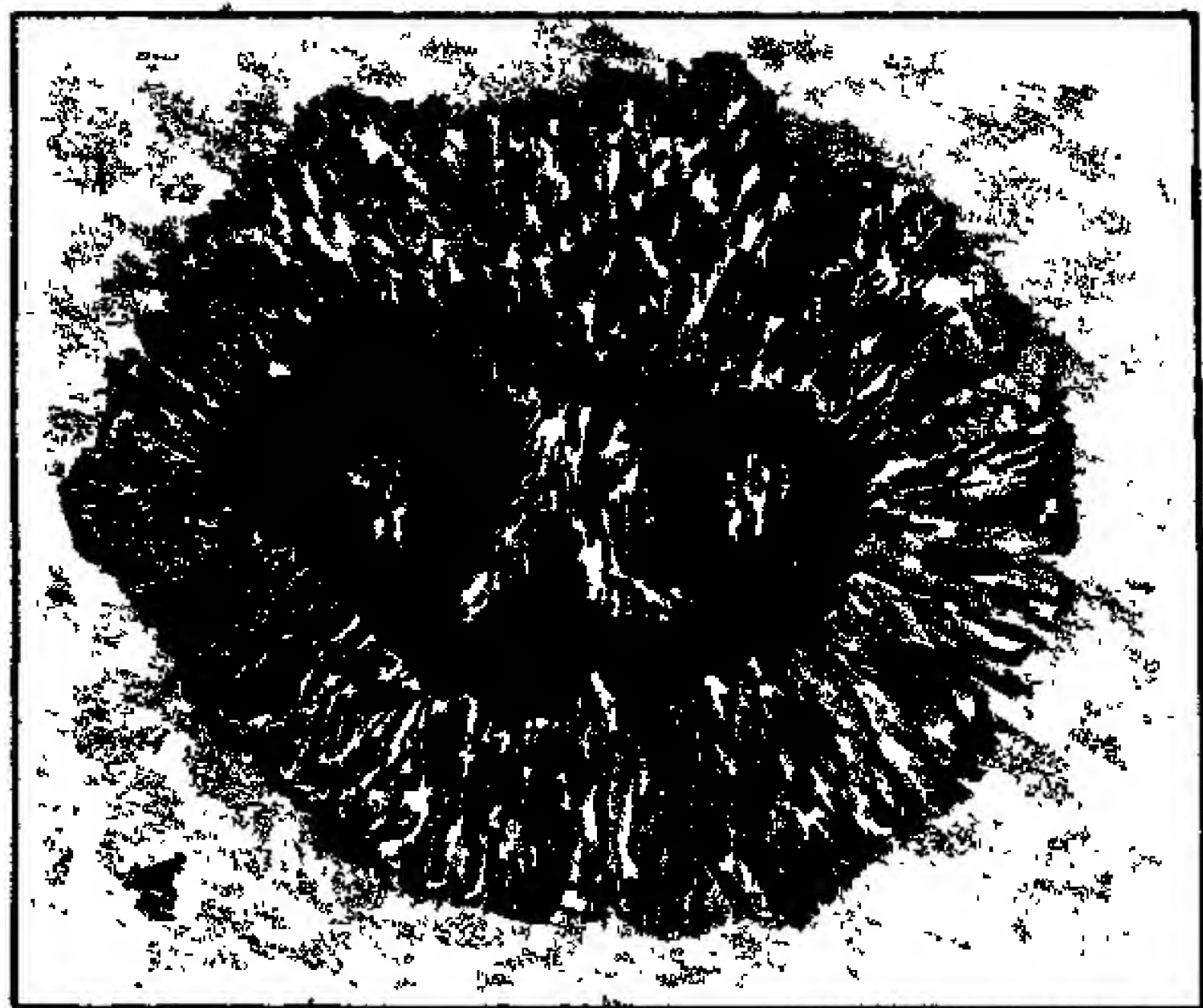
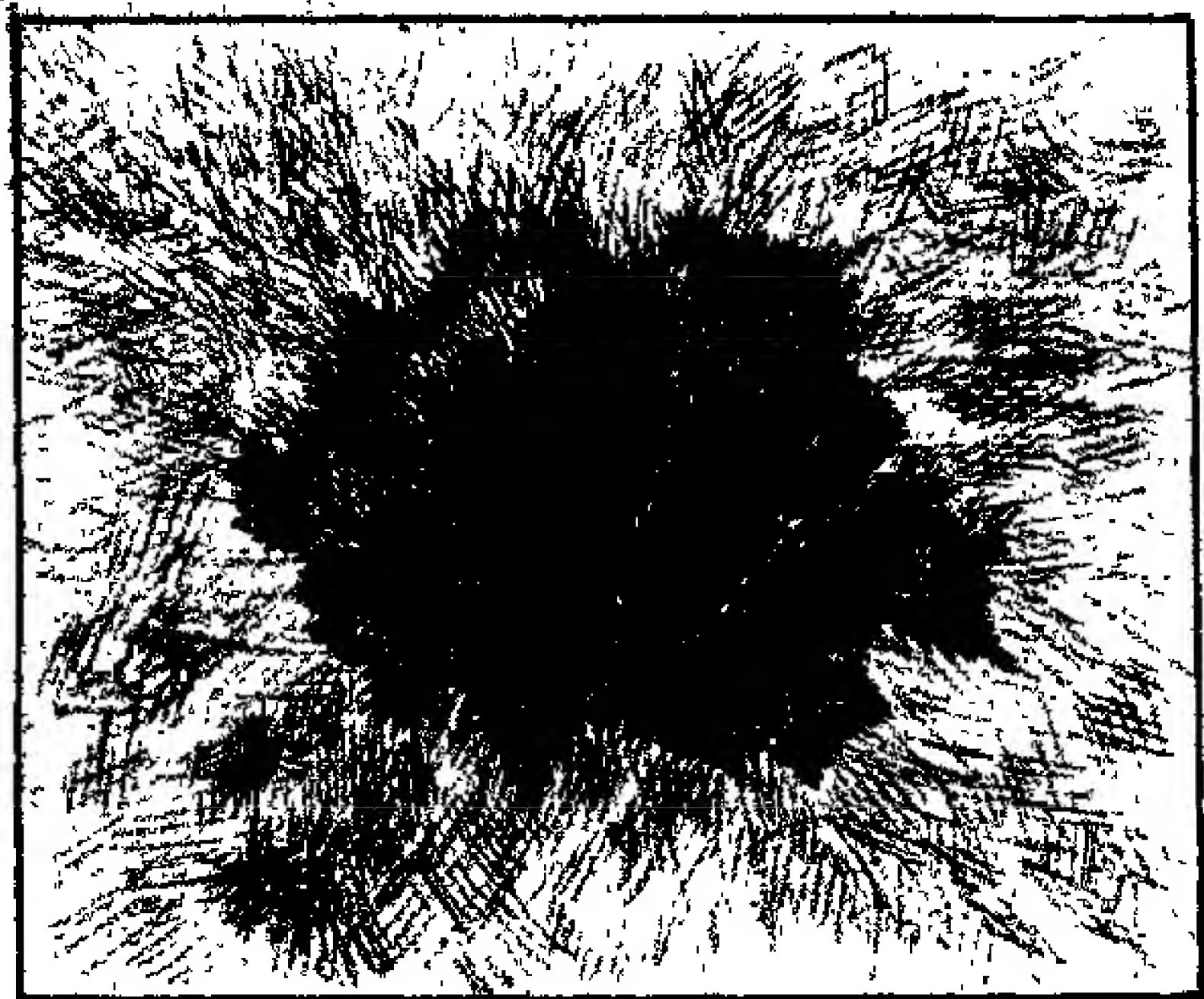


5



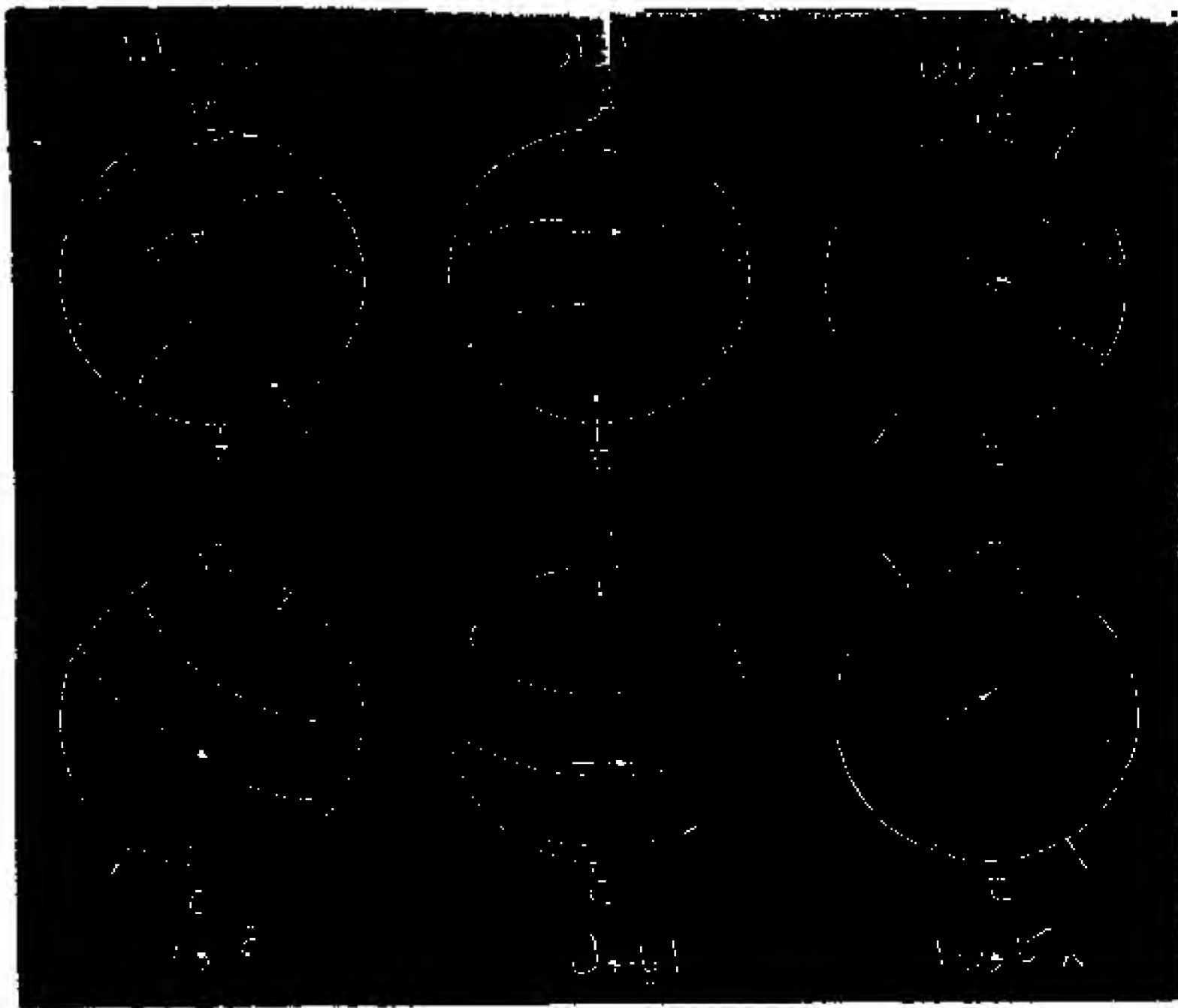
6

الصورة الثانية



يبتدى من جهة الغرب غالباً فتزول الغربية منها أولاً وربما تولدت كلف جديدة نحو الشرق .
ذكر هرشل الأول ملاحظة مجموع كلف بينا حول نظر عن النظارة لحظة ورأى بيالا كلفاً تزول
وهو ينظر اليها ورأى كرون كلفاً تتكون في نحو دقيقتين واحدة

(١٣٨) ان ميل محور الشمس على سطح دائرة البروج $= 82^{\circ} 41'$ حسب البعض و $83^{\circ} 9'$
حسب البعض وطول العقدة الصاعدة في سنة $1850 = 72^{\circ} 40'$ فتوجيه قطب الشمس الشمالي هو
نحو π الثنين وفي اذار يتوجه اليها قطبها الجنوبي اكثر وفي ايلول قطبها الشمالي والارض في خط
العقدتين ٦ حزيران و ١ كانون الاول وهذا السبب ترى الكلف تقطع وجه الشمس تارة على خطوط
مغنية واخرى على خطوط مستقيمة كما في شكل ٥٣



شكل ٥٣

(١٣٩) الكلف تظهر أولاً على جانب الشمس الشرقي وتختفي عن جانبها الغربي وبسبب
كروية الشمس تبان مطاولة عند أول ظهورها صغيرة وكلما قربت الى وسط قرص الشمس تسع
عرضاً كما يتضح من الصورة الاولى (شكل ٥ و ٦) وكذا عند زوالها عن جانبها الغربي فتتضح من ذلك
كروية الشمس وايضاً كون نواة الكلف هوات عميقة في الكرة النيرة حاصلة من اندفاع مواد تلك
الكرة الى كل الجهات سراج تياره اوزوايع دوارة او تفرقع مواد مشتعلة

(١٤٠) اذا دامت الكلفة الواحدة على هيئة واحدة حتى ترصد من جانب الى جانب

بالأحظ ان مدة مرورها على قرص الشمس من ظهورها الى اختفائها هي ١٢ يوماً ومن ظهورها أولاً الى ظهورها ثانية على حافة الشمس الشرقية ٢٧ ½ يوماً ولو كانت الأرض ثابتة لكانت تلك المدة هي مدة دوران الشمس على محورها وبسبب تقدم الأرض في فلكها من الغرب الى الشرق اي الى نفس جهة دوران الشمس على محورها يقتضي للكفة ان تدور أكثر من دورة كاملة من ظهور الى ظهور كما يتضح من شكل ٥٤



شكل ٥٤

لنفرض الأرض عند ي (شكل ٥٤) وظهور كفة عند ا فتمر على ب د ح وعند رجوعها الى ا تكون الأرض قد تقدمت الى ف فيقتضي للكفة ان تصل الى ب قبل ان ترى من الأرض وبما ان س ي عمودي على ا د و ف س عمودي على ب ح فالقوسان متساويان اي نسبة

(٤٢) $ي غ ي + ي ف : ي غ ي :: ا د ا + ا ب : ا د ا$
اي نسبة سنة واحدة + ٢٧ ½ يوماً : سنة واحدة :: ٢٧ ½ يوماً : ٢٥ يوم ٨ ساعات وهي مدة دوران الشمس على محورها

٢٥	٨	١٠	حسب رصد لاوجير
٢٥	٧	٤٨	بيانكي
٢٥	٥	٣٧	صبورا

فيل ان الكلف ثلاثي في القسم من الشمس المتجه نحو الزهرة وعطارد

ادوار معظم الكلف ومصرها

(١٤١) قد نقرر من رصد كثيرة في مذات طويلة ان لكلف ادوار زيادة ونقصان فمن معظمها الى معظمها ١١ تقريباً منها ٢٠٥٠ تزيد حتى تبلغ معظمها ثم تنقص ٢٠٥٠ حتى تبلغ مصرها وبين الراصد بين اختلاف جزئي في مدة هذا الدور

٢٠٦	سنة	مدة النقصان	٦٧٧
١٢	"	"	٨٤٤
٣٧	"	"	٧٤٣
٥٢	المعدل		٧٥٥

كانت على معظمها سنة ١٨٧٠^{٦٤}

اضف مدة نقصان ٧^{٥٥}

تكون على مصغرها ١٨٧٨^{١٩}

اضف مدة الزيادة ٢^{٥٢}

تكون على معظمها ١٨٨٠^{٧١}

(١٤٢) وهذه الكلف تعلق بالظواهر الكهربية الحادثة على الارض والتغيرات والاضطرابات الحاصلة في الابرة المغناطيسية لان معظم انحرافها يوافق معظم الكلف ومصغراتها يوافق مصغر الكلف وفي الاقاليم الاستوائية معظم المطر يوافق معظم الكلف والعكس بالعكس

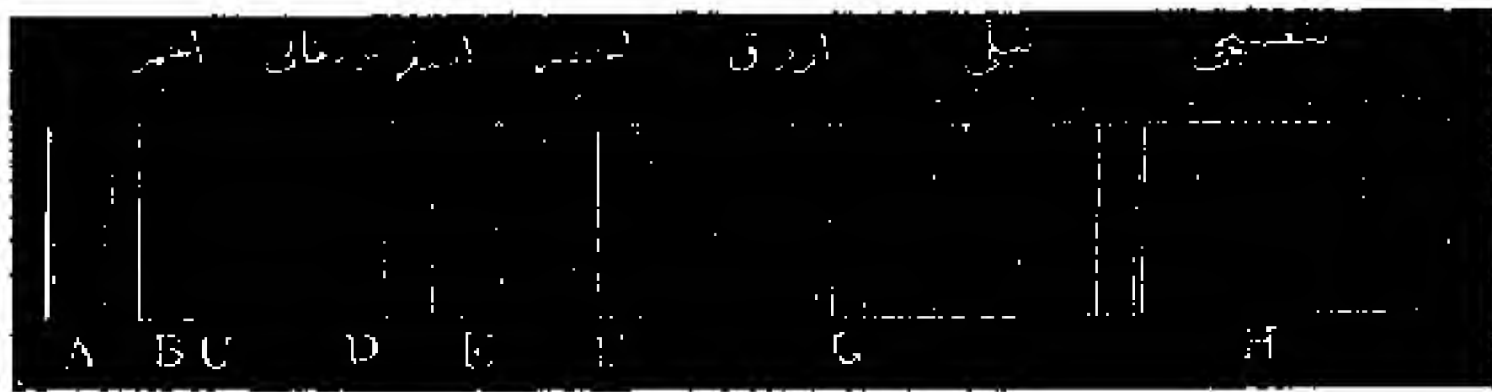
(١٤٣) (٢) المشاعيل . في قطع بيض طويلة غير منتظمة اشد بياضا من كل ما حولها ولا ترى الاقرب حافة الشمس وغالبا تظهر في مواضع عديدة ان تظهر فيها كلف . وعلامة عدم ظهورها في واسط قرص الشمس هي انها السنة لهُب صاعدة الى العلافلا ترى اذا نظرت اليها عموديا بل اذا نظرت اليها بالورب حتى يقطع النظر رؤوسها معرضة كما ان الناظر الى البحر الهائج وهو فوقه عموديا لا يرى ارتفاع الامواج وانخفاضها بل يراها لا سطح البحر على استواء واحد واما الناظر واقفا على شاطئ البحر يرى علو الامواج ورؤوسها البيض وقد شوهدت على حافة الشمس اما فكانت مرتفعة عن دائرة قرصها وهذه اللمبة ترى ايضا على حافة الشمس عند الكسوف وترى بواسطة حجب قرص الشمس بخامة مستديرة في النظارة وقد تعلو الى علو عظيم ونارة ينصل اللمبة عن الشمس ونارة ينحرف راسه مثل لمبة شمعة اذا هبت عليه ريح وظهر من بعض رصود علماء ايطاليا انهم منذ عهد قريب انها حادثة من اشتعال كميات جزيئة من المغنيسيوم في تلك الجهات

(١٤٤) (٢) السطح المتقعر . علما هذا التقيع هو ما تقدم من النظر عموديا الى رؤوس اللمبة المذكورة سابقا واشتباها بعضها مع بعض حتى تشبه ورق الصفصاف حسبا تقدم في الكلام عن الكلف

(٤) الكرة الغازية المحيطة . اذا نظرنا الى لمبة قنديل نرى له ثلاثة اقسام القسم الاوسط مظلم حيث لا يصل او كسجين الى المادة المشتعلة فلا يشتعل . الثاني الاصفر المنير حيث تشتعل المواد المحولة الى غاز . الثالث قسم نوره ضعيف وهو هيدروجين مشتعل (انظر كتابي في اصول الكيمياء ص ١٥٤) وفي هذه الكرة المحيطة تظهر اللمبة الحمراء المشار اليها والنور المحيط بالشمس المسمى الاكليل كما سيأتي عند الكلام بالكسوف فلما في الشمس النواة السوداء والكرة النيرة المسماة الفوتوسفير والكرة الغازية المسماة الكروموسفير

(١٤٥) القدماء اعتقدوا بصفاء الشمس . كان في انكلستان راهب يسوعي اسمه شينر فاخير رئيسه ذات يوم بانه ناظر حلقه على سطح الشمس فاجابه الرئيس اني قد قرأت مصنفات ارسططليس من اولها الى آخرها وهو لم يذكر شيئاً مما تقول . اذهب يا ابني ورتج فكرك وتأكد ان ما تحسبه كلفاً على الشمس انما هي كلف الزجاجات او كلف في عينيك . فالتزم شينران بخفي فكره ولما اشهر اسمه نجت اسم آخر خوفاً من اضطهاد كنيسة رومية المعصومة من الغلط التي اضطهدت الى قرب الموت الفيلسوف غليليو لاعتقاده بدوران الارض وثبوت الشمس اي المذهب الكوبرنيكي

(١٤٦) قد ظهر بواسطة السكتروسكوب ان في الشمس مواد كثيرة من المواد الموجودة في ارضنا وهي هناك في حالة الاشتعال والبخار فاذا نظرنا الى الشمس بواسطة سكتروسكوب بسيط نرى عدة خطوط سود تقطع العمود الطيفي معارضة لتعرف بخطوط فراونهوفر نسبة الى فراونهوفر من مونيخ في بافاريا الذي رصد بتدقيق نحو ٦٠ خط وعين مواقع البعض منها وسمى اوصفها باسماء الاحرف الالهية الرومانية كما في شكل ٥٥ فالاحرف C B A الخ دالة على الخطوط و C B A



شكل ٥٥

واقعة في الاحمر و D في الاصفر و E في الاخضر و F و G في الازرق و H في البنفسجي وبقياس كيركوف تبين مواقع هذه الخطوط بالتدقيق ومواقع آخر بالنسبة اليها لانه بواسطة سكتروسكوب ذي عدة مناشير بطول العمود الطيفي وتري خطوط أخرى كثيرة غير المرسومة في شكل ٥٥ لاسيما اذا تركيب السكتروسكوب مع النظارة فتشعل مواد ارضية مختلفة بحيث يدخل نورها في السكتروسكوب على التعاقب وتقابل الخطوط الحادثة من اشتعالها بالخطوط في العمود الطيفي لتعرف موافقتها او عدم موافقتها ومن موافقة الخط D خط الصود يوم المشتعل قد تأكد اشتعال كميات كثيرة من الصود يوم في الشمس اما اللهب المشار اليها سابقاً فهي في الغالب هيدروجين مشتعل وقد شوهدت نافرة من جوانب الشمس على طول ٢٠٠٠٠ ميل وبعض الخطوط الموجودة في العمود الطيفي لاتوافق خطوط مادة معروفة فالظاهرة موجودة في الشمس مواد غير موجودة في ارضنا وهذا القول يصلح ايضاً في النجوم الثوابت التي تفحص كثير منها بالسكتروسكوب كما سياتي ذكره . اما المواد الارضية التي تحقق وجودها في الشمس فهي

هيدروجين	باريوم	مغنيسيوم	الوميناوم	ثانيوم	حديد
صوديوم	كوبلت	كسيوم	منغنيس	نحاس	نكل
كروم	زنك				

أما أكسين ونيروجين وكرتون فلم يحقق وجودها في الشمس إلى الآن.
(١٤٧) قد تحقق من مراقبات طويلة أن بين ظهور الكلف في الشمس واختلافات المادة المغناطيسية في الأرض والشفق الشمالي تعلقاً قريباً لانه عدد ظهور كلفة كبيرة تضطرب الاسرة المغناطيسية اضطراباً زائداً ولا يبعد عن العقل أن التغيرات الحادثة في ذلك الجرم العظيم النير المركزي الماد فعلة إلى أقصى السمات تؤثر في الامور الطبيعية الأرضية كثيراً حتى في احوال الاجسام البشرية أيضاً وإلى ذلك اشار الفيلسوف افينيوس بقوله

Coeli tristitiam discutit sol, et humani nubila animi serenat

أي الشمس تطرد الحزن من وجه السماء وتجلي الغيوم عن الروح الانسانية

استعلام مدة دوران الشمس على محورها

(١٤٨) لاستعلام مدة دوران الشمس على محورها ووضع محورها بالنسبة إلى دائرة البروج يقتضي أن يستعلم الطول الشمسي والعرض الشمسي للكلفة الواحدة في اوقات مختلفة ولذلك لنفرض (شكل ٥٦) ش الشمس ١ الأرض ك موقع الكلفة على سطح الشمس ن ملقاها على سطح دائرة البروج وبواسطة الساعة ونظارة العبور قس الصعود المستقيم والميل لكلفة وحولها إلى مركز الأرض بالاصلاح للاختلاف والانكسار الخ ثم افرض



شكل ٥٦

$$1 = \text{طول الأرض الشمسي} = \text{طول الشمس} + 180$$

$$x = \text{الكلفة}$$

$$y = \text{ك ش ن} = \text{عرض الكلفة الشمسي}$$

$$\beta = \text{ك ا ن} = \text{عرض الكلفة الأرضي}$$

$$\theta = \text{ش ا ن} = \text{فضلة طول الشمس والكلفة الأرضي}$$

$$\Delta = \frac{1}{P} \text{ ق الشمس الظاهر}$$

$$\text{ش ك} \times \text{جيب } \gamma = \text{ك ن} = \text{ا ك} \times \text{جيب } \beta = \text{ش ا} \times \text{جيب } \beta$$

لان الفرق بين ش ا و ك ا لا يعتد بالنسبة اليهما

$$\text{ثم جيب } \gamma = \frac{\text{ش ا}}{\text{ش ك}} \times \text{جيب } \beta = \frac{\text{جيب } \beta}{\text{جيب } \Delta}$$

ثم في المثلث القائم الزاوية ا ق ر مفروض الزاوية ا والضلع ا ر فتستعلم ق ا ثم في المثلث ق ا ي مفروض ا ق و ا ي والزاوية ي ا ق = ي ا آ - ق ا آ فيستعلم ق ي (١٥٠) القوس ق ي هي متم عرض قطب الشمس منسوباً الى الشمس والزاوية ا ي ق مع طول الكلفة الشمسي عند ا = طول قطب الشمس منسوباً الى مركزها فيعرف وضع خط الشمس الاستوائي فيحسب ميل محور الشمس على سطح دائرة البروج ا ي ٨٢° ٤١' حسب دي لامير و ٨٢° ٩' " بيترسن وطول العتة الصاعدة لسنة ١٨٥٠ ٧٣° ٤٠'

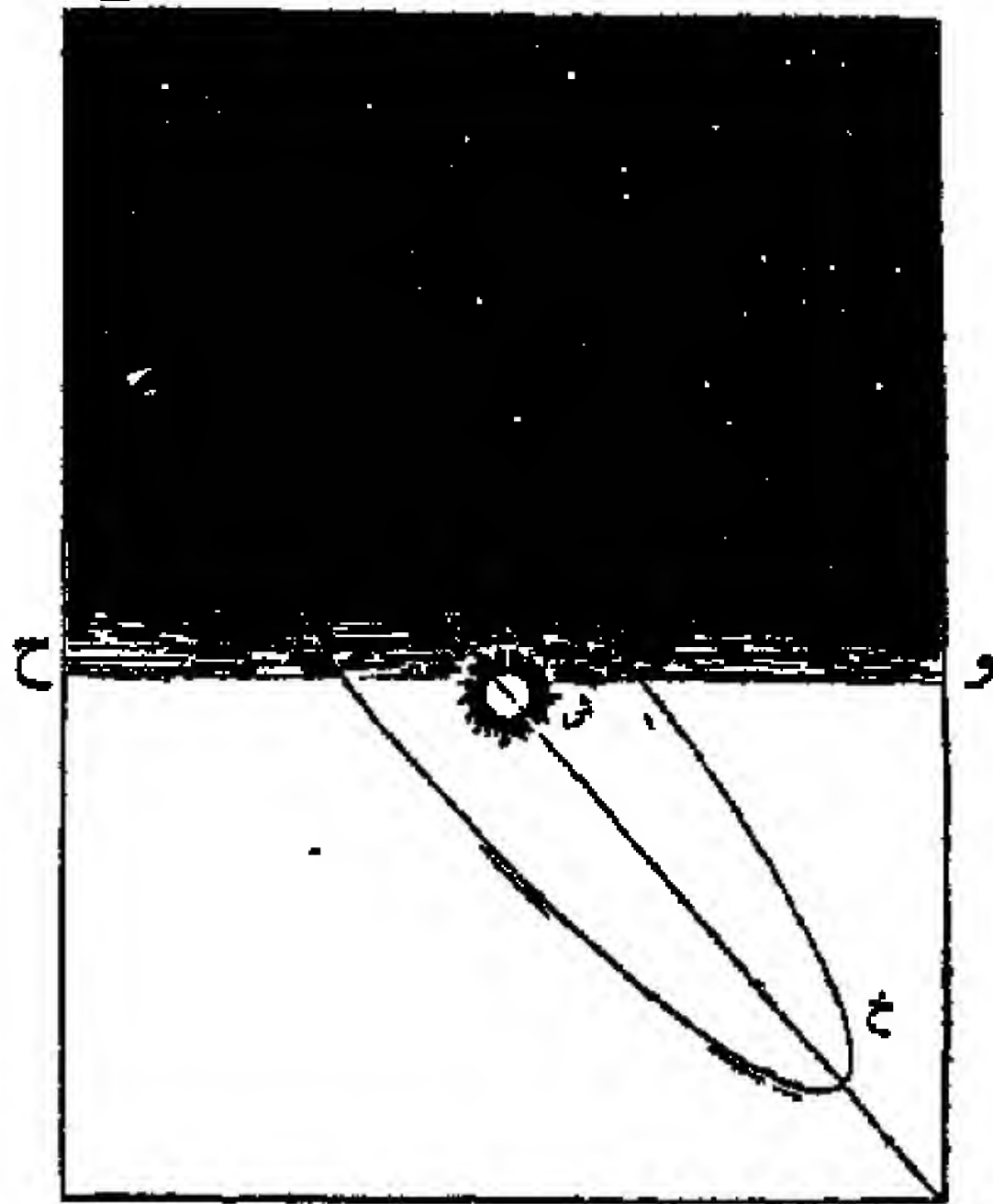
(١٥١) ثم في المثلث ا ق ر تعرف الزاوية ا ق ر مضاعفها ا ق آ فان كانت مدة دوران الشمس الكامل = د والمدة بين رصد الكلفة عند ا و آ = د فلنا ا ق آ : د :: ٣٦٠ : د = ٢٢٥ : ٢٥ يوماً فالقوس التي ترسمها نقطة على خط الشمس الاستوائي $\frac{1}{30}$ ما ترسمها نقطة على خط الارض الاستوائي

في النور البرجي

(١٥٢) بقرب الاعتدال الربيعي متى كان الشفق قصيراً برسه بعد الغروب مخروط نور ضعيف قاعدته نحو الشمس وعرضه مختلف بين ٨° و ٢٠° ورأسه ممتد نحو الهاجرة وبمختلف ارتفاعه بين ٤٠° و ٩٠° وبقرب الاعتدال الخريفي برى صباحاً قبل الشروق وفي الجهات الاستوائية هذا النور اوضح واقوى وبرى أكثر ليالي السنة اذا كان الجو صافياً والقر غائباً في اول الليل او آخره وقد سمي النور البرجي لانه لا يرى خارجاً عن منطقة البروج ويرى بأكثر وضوح متى كانت دائرة البروج اقرب الى العمودية على الافق وذلك في شباط مساءً ونشرين الاول صباحاً وقد شوهد رأسه على بعد ١٠٥ من الشمس ولونه نحو قاعدته محمر

(١٥٣) قد طُلوا عن هذا المنظر بانه حادث من سدس شمسنا في وسطه ولنا امثلة سدس طويلة ترى بالنظارة فيها نجوم مثل بعض السدس في صورة الاسد ص م ١٦٨ ٢٣° ميل شمالي ١٣° ٥٥' ص م ١٦٧ ٢٠° ميل شمالي ١٤° افعلى اقراض ش الشمس (شكل ٥٨) وح و الافق برى بعد الغياب او قبل الشروق المخروط خ وهذا وجه من وجوه التعليل عن هذه الروبة

المجهولة علما ومما كانت مادتها وسببها فقد تبرهن بالرصد ان هذا النور تارة يمتد عن الشمس الى



شكل ٥٨

بعد ابعاد من فلك الارض واخرى بنمصر دون ذلك

الفصل الثاني

في حركة الشمس السنوية الظاهرة والفصول وهيئة فلك الارض

(١٥٤) ان حركة الشمس الظاهرة حول الارض من واحدة في كل سنة حاصلة من حركة الارض الحقيقية حول الشمس في تلك المدة ومع اننا لانشعر بحركة الارض نعلم بها من حركة الشمس الظاهرة فمتى كانت الارض في برج الميزان مثلاً (شكل ٥٩) تباين الشمس في الحمل ومتى تحركت الارض من الميزان الى العقرب تباين الشمس كأنها تتحرك من الحمل الى الثور ومتى كانت الارض في الميزان يرى الميزان طالعاً عند الغياب والحمل آفلاً ومتى وصلت الارض الى الحمل نرى الحمل طالعاً عند الغياب والميزان آفلاً وهذا يرينا علته ظهور النجوم احياناً في الشرق واخرى على خط

نصف النهار واخرى في الغرب عند غروب الشمس فيدرايا كان للنجوم حركة من الشرق الى الغرب وهي حاصلة من حركة الارض من الغرب الى الشرق في دوراتها حول الشمس

(١٥٥) ان قولنا بحركة الارض الحقيقية من الغرب الى الشرق يراد به ان الشمس تنقل بالظاهر من برج الى الذي يليه شرقاً مع كون حركة الارض الى جهات متقابلة في اجزاء متقابلة من فلكها فالشمس تُعَرَّك بالظاهر نحو الشرق من برج الى آخر ابداً

(١٥٦) ان هيئة فلك الارض ووضعه يُعرَّفان برصد ميل الشمس وصعودها المستقيم من يوم الى يوم فان قيس ارتفاعها يوماً وفي على خط نصف النهار وأُصلح للاختلاف والانكسار ونصف النظر يُعرَّف بعدها عن سمت الراس ثم يُطرح العرض من هذا البعد او يضاف اليه فيُعرَّف ميل الشمس وان فُعل ذلك كل يوم لسنة كاملة تُعرَّف حركة الشمس شمالاً وجنوباً بالنسبة الى خط الاستواء

(١٥٧) ثم ان ضُبِطَت ساعة الوقت النجمي ورصدنا وصول الشمس الى خط نصف النهار بنظارة العبور تدل الساعة على صعودها المستقيم وان فُعل ذلك لسنة كاملة يُعرَّف بعدها عن الاعتدال الربيعي لكل يوم فلنا من الامرين معينات ومنضات منها نستعلم موقع الشمس لكل يوم بالنسبة الى خط الاستواء وينتج من ذلك رسم دائرة البروج لان الميل الاعظم في ٢٢ كانون الاول ٢٣° ٢٧' جنوباً ثم ينقص شيئاً فشيئاً الى ان يتلشى في ٢١ اذار ثم يزداد شمالاً الى ٢٢ حزيران وبلغ الى ما بلغ اليه جنوباً ثم ينقص شيئاً فشيئاً ويتلشى في ٢٢ ايلول وان أوصل بين هذه النقط بدائرة تُرسم دائرة البروج ومن النظر الى جداول الميل نراه يختلف قليلاً جداً من يوم الى يوم متى كانت الشمس في اعظم ميلها لان دائرة البروج حينئذ توازي خط الاستواء ويختلف كثيراً من يوم الى يوم متى كانت الشمس بقرب احد الاعتدالين لان ذلك القسم من دائرة البروج مائل كثيراً على خط الاستواء ونرى ايضاً من الرصد ان الصعود المستقيم بين الاعتدالين يختلف ١٨٠° فاذا بين الاعتدالين ١٨٠° اي دائرة البروج تقطع خط الاستواء في نقطتين متقابلتين بينهما ١٨٠° فيبرهن من ذلك ان دائرة البروج انما هي دائرة عظيمة اذ ليس بممكن لدائرة اخرى غير دائرة عظيمة ان تقطع خط الاستواء على هذه الكيفية

(١٥٨) ميل دائرة البروج على خط الاستواء بعدل معظم ميل الشمس جنوباً او شمالاً ويستعلم كما تقدم بقياس ارتفاعها واستعلام بعدها عن سمت الراس في يوم وصولها الى احد المدارين فيؤخذ نصف مجموع ميل الشمس الاعظم شمالاً وجنوباً وهي على خط نصف النهار ويمتدالة رصود من زمان اراتسثينس اليوناني ٢٥٠ ق م ووجد ان هذا الميل قد قل من ذلك العصر الى الآن وهو الآن يقل

٤٨ "كل مئة سنة أي $\frac{1}{100}$ كل سنة تقريباً وبالتدقيق ٤٨٠٠" وإذا كان ذلك من قبل جاذبية السيارة فينقص مدة ثم يعود يزيد وهكذا يزيد وينقص إلى الأبد

ميل دائرة البروج لسنة ١٨٠٠ هو $٢٣^{\circ} ٢٧' ٥٤''$ فإذا أردت معرفة الميل لوقت آخر فافرض ت = السنين الماضية منذ سنة ١٨٠٠ و $٥ =$ ميل دائرة البروج لسنة ١٨٠٠ فالعبارة الدالة على ميلها لأي وقت ففرض هي

$$٥ = ٢٣^{\circ} ٢٧' ٥٤'' - ٤٨٨٥٦٦ \times \text{ت} - ٥٠٠٠٠٠ \times \text{ت}^2 \quad (٤٦)$$

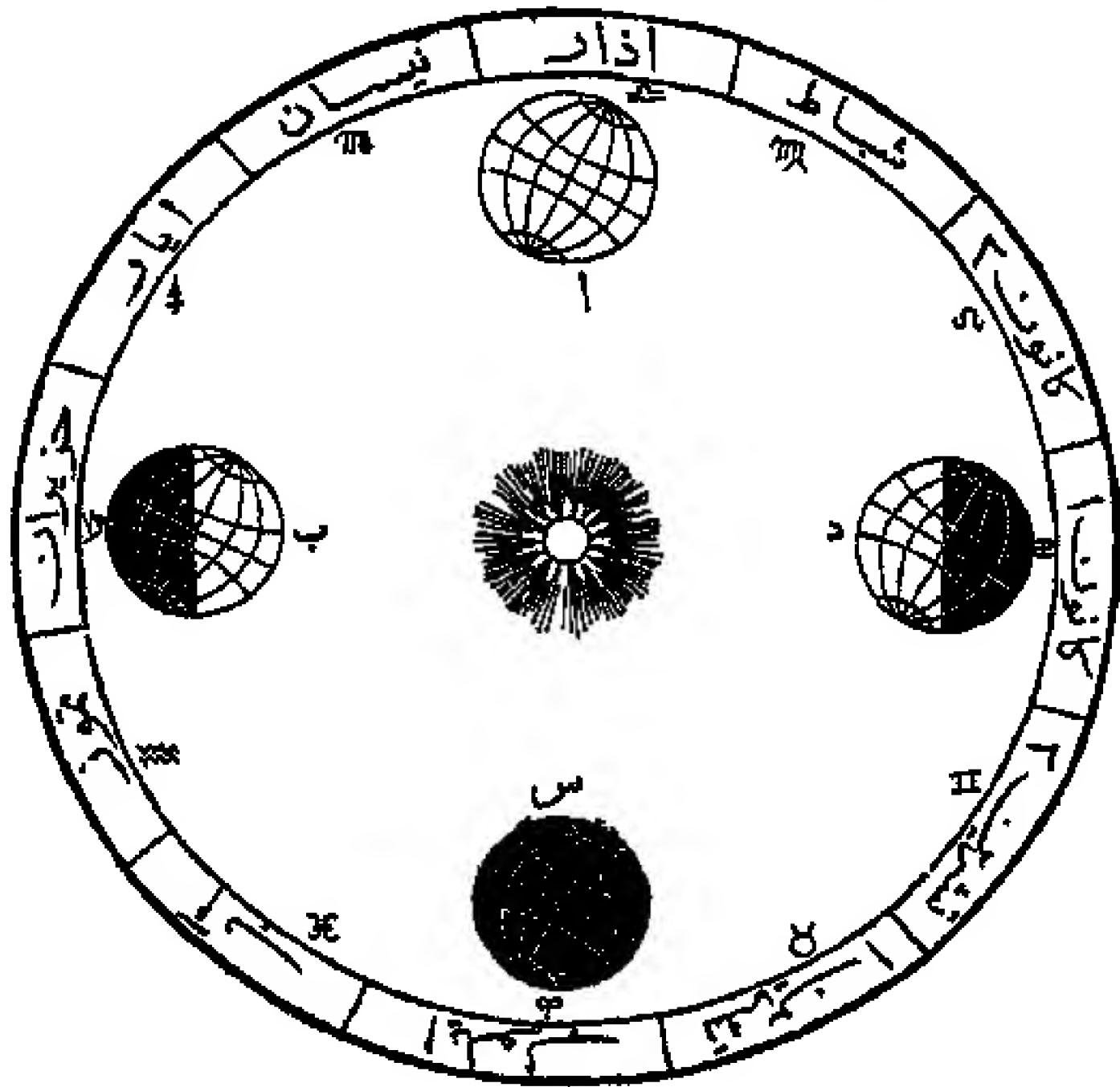
في الفصول

(١٥٩) ان تغير الفصول له علتان الأولى ميل دائرة البروج على خط الاستواء والثانية موازاة محور الأرض لنفسه ابتداءً فلو كانت دائرة البروج توازي خط الاستواء ل بقيت الشمس على خط الاستواء ابتداءً وكانت حركتها اليومية في دائرة متسامية للسكان على خط الاستواء وفي الأفق لناظر عند أحد القطبين . فلكون محور الأرض منحرفاً عن العمودية على دائرة البروج $٢٣^{\circ} ٢٧'$ انحرف خط الاستواء بهذا المقدار نفسه عن موازاة دائرة البروج ولكونها دائرتين عظيمتين تقطع أحدهما الأخرى في نقطتين متقابلتين فتكون الشمس على خط الاستواء مرتين كل سنة وتبعد عنه شمالاً وجنوباً $٢٣^{\circ} ٢٧'$ حسباً تقدم

(١٦٠) لو كان جرم الشمس يعدل جرم الأرض لاثارت نصف الأرض تماماً ولكونها أكبر من الأرض تيباً أكثر من نصفها قليلاً ويزاد مقدار الجزء المنور قليلاً بواسطة الانكسار كما علمت وبكيفية الآن ان نحسب نصفها منوراً بالشمس ابتداءً فمتى كانت الأرض في أحد الاعتدالين تكون الشمس على خط الاستواء كما تقدم ويكون النصف منوراً من قطب إلى قطب ومتى وصلت الأرض إلى المدار الشمالي يمتد القسم المنور $٢٣^{\circ} ٢٧'$ أبعد من القطب الشمالي ويقتصر $٢٣^{\circ} ٢٧'$ عن الجنوبي وبالعكس متى كانت الأرض في المدار الجنوبي ولم يكن كذلك لولا موازاة محور الأرض لنفسه ابتداءً كما يتضح من الشكل (٥٩)

متى كانت الأرض عند أ أي في برج الميزان تكون الشمس عند س في برج الحمل أي في الاعتدال الربيعي على خط الاستواء فيكون نصفها منوراً من قطب إلى قطب وهكذا متى كانت الأرض عند س فتكون الشمس عند أ أي في الاعتدال الخريفي ومتى كانت الأرض عند ب أي في المدار الصيفي تكون الشمس في ميلها الأعظم شمالاً فيمتد الجزء المنور $٢٣^{\circ} ٢٧'$ أبعد من القطب الشمالي ويقتصر $٢٣^{\circ} ٢٧'$ عن الجنوبي وبالعكس متى كانت الأرض عند د أي في المدار الشتوي

(١٦١) لو كان محور الأرض عموداً على دائرة البروج لكانت الشمس على خط الاستواء أبداً كما تقدم ولم يحصل تغيير الفصول أصلاً ولو وازى محور الأرض دائرة البروج لكان خط الاستواء عموداً عليها ولما لثت الشمس شمالاً إلى القطب الشمالي وجنوباً إلى الجنوبي وكان اختلاف الفصول أعظم كثيراً ما هو الآن ولم يكن ممكناً للناس ولا للبهائم أن يفعلوا ذلك لسرعة الانتقال من برد القطب إلى حر خط الاستواء



شكل ٥٩

ان الشمس أبعد عن الأرض في أيام الصيف مما هي في الشتاء وسبب زيادة الحر في الصيف هو أولاً طول النهار بالنسبة إلى الليل لأن حرارة الأرض التي تكتسبها من الشمس ثقل بالأشعاع دائماً ان اشرقتمت الشمس وإن لم تشرق فإن زاد الليل طولاً تزيد مدة الأشعاع على مدة الاكتساب والقلب بالقلب

ثانياً من انحراف الشعاع الواقعة حتى يتفرق عمود نور مفروض على مساحة أوسع في الشتاء من المساحة التي يتفرق عليها في الصيف

لكن ا ب (شكل ٦٠) مساحة مفروضة فإن وقعت عليها الشعاع على زاوية ا ب س يكون قطر العمود الحقيقي ا س وإن وقعت على زاوية ا ب د يكون قطر العمود ا د وإن وقعت عمودية يكون قطر العمود ا ب. اما ا س ا د ا ب فهي كجيب الميل وفي الصيف تقرب الشعاع إلى

المخطط العمودي وفي الشتاء تميل عنه فيتفرق العمود الواحد على مساحة اوسع



شكل ٦٠

اذا زاد ما تكسبه الارض من الحرارة على ما نخسره
بالاشعاع يزيد الحر من يوم الى يوم ولذلك ترى اشد الحر
بعدها ياخذ النهار يقصر وبالقلب في الشتاء يشتد البرد
بعدها ياخذ النهار يطول واشد الحر كل يوم هو بعد
الظهر بخمسة وعشرين او ثلاث ساعات واشد البرد بعد
نصف الليل بخمسة وعشرين او ثلاث ساعات

مسئلة (١) مكان في عرض شمالي ٧٥° وآخر في عرض شمالي ٢٠° وميل الشمس ١٩° شمالي .
فما هي نسبة حرارة المكان الواحد الى حرارة الآخر

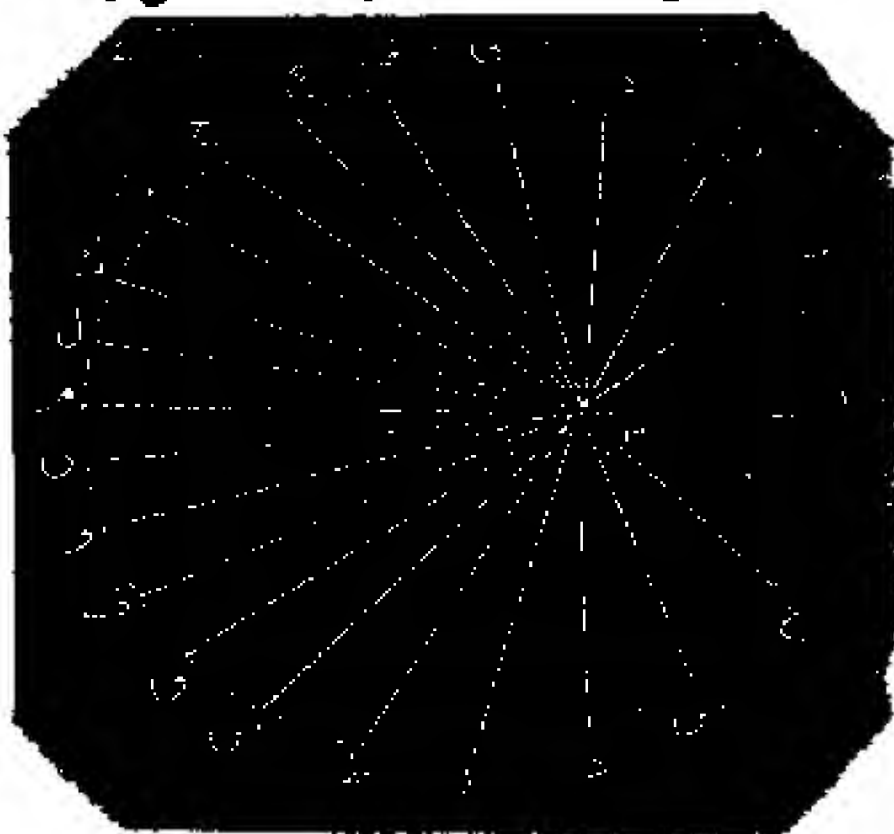
الجواب ١٠٠ : ١٤ : ١٧٥°

مسئلة (٢) مكان في ٥٠° عرض شمالي وآخر في ٤٥° جنوبي وميل الشمس ١٥° ٤٥° جنوبي
فما هي نسبة حرارة الواحد الى حرارة الآخر

الجواب ١٠٠ : ٢٨ : ٢١٢°

في هيئة فلك الارض

(١٦٢) لو كان فلك الارض اي طريقها حول الشمس دائرة لكانت الشمس على بعد واحد
عنها ابداً وكان نصف القطر الظاهر على طول واحد ابداً والحال ان بعد الارض عن الشمس يختلف
باختلاف ايام السنة فان قيس قطر الشمس الظاهر
كل يوم من ايام السنة فتوصل بذلك الى معرفة
هيئة فلك الارض في دورانها واذا رسم شكل على
هذه الكيفية فجد له خصائص الهليلجي كما يتضح
من شكل ٦١



شكل ٦١

ليكن س الشمس وليتس قطر الشمس من
الارض وفي في ا ب ث د ي الخ ولتجعل المخطوط
س ا س ب س ث س د الخ مناسبة لتلك الاقيسة

اي بالقلب كاختلاف القطر ولتجعل الزوايا عند س متناسبة الى سرعة حركة الشمس فان
أوصل بين اطراف هذه المخطوط يكون الشكل الناتج هيئة فلك الارض حول الشمس فتوصل الى

معرفة هيئتها وإن لم نعلم مساحتها وقد سمي كل واحد من هذه الخطوط موصلًا وسمي أيضًا نصف القطر الحامل لتبينه عن نصف قطر دائرة

(١٦٣) أن هذه الأبعاد تُستعمل بواسطة أولي رصد تغير قطر الشمس الظاهر والثانية رصد اختلاف سرعة حركتها الظاهرة ولا يستعان في ذلك بتغير الاختلاف الأفقي لقلوب بل يُعتمد على التغير في قطرها الظاهر وحسب قواعد النور قطر شعاع الظاهر بالقلب كبعد فيكون قطر الشمس في أيام عديده دليلًا على نسبة بعدها في تلك الأيام

(١٦٤) متى كان قطر الشمس على معطو يعلم أنها في بعدها الأقرب ومتى كان على أقلو يعلم أنها في بعدها الأبعد وقطرها الأعظم = $23' 4''$ والأصغر = $21' 33''$ فنسبة الخط الموصل عند بعدها الأبعد : الموصل عند البعد الأقرب : $23' 4'' : 21' 33'' :: 21' 51.67'' : 21' 59.33''$ أي $1 : 1.02387$ ونصف فضلها يعدل بعد محترق الهليجي عن مركزه أي مباينة فلك الأرض أي س ا بعد الشمس عن مركز دائرة تحيط بالهليجي وس $1 = \frac{1}{7}$ من ا ا وهذه المباينة نقل $18''$ كل مئة سنة ولا تزال تقل ادوارًا كثيرة ثم تأخذ بالزيادة أيضًا

(١٦٥) متى كانت الشمس في بعدها الأقرب تمر على قوس $61'$ في 24 ساعة وفي البعد الأبعد على قوس $57'$ في 24 ساعة أي يزداد طولها بهذين المقدارين عند الموقعين كل يوم ولو كانت حركاتها الظاهرة متعلقة ببعدها فقط لكانت تلك الحركات بالقلب كالبعد أي كانت النسبة بين الحركتين نفس النسبة بين نصف القطر في البعدين أي

$$\frac{21' 59.33''}{21' 51.67''} = \frac{71}{57} \text{ و } \frac{21' 59.33''}{21' 51.67''} = \frac{71}{57} \text{ و } 1.02387 = \frac{71}{57} \text{ و } 1.02387 = \frac{71}{57}$$

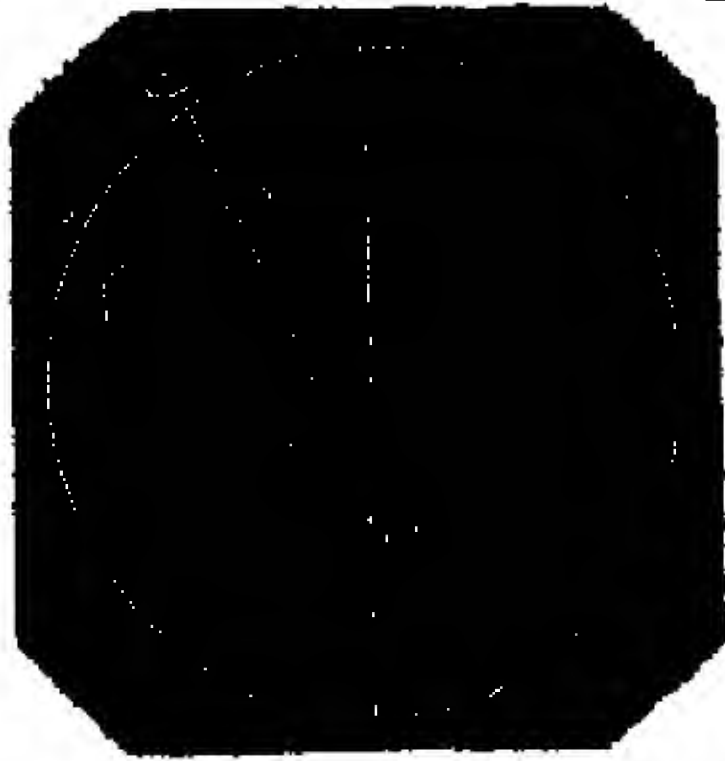
ولكن $1.02387 = 1.02387$ فإذا حركات الشمس في مواقع مختلفة من فلكها بالقلب كنسبة مربع البعد عند البعد الأقرب إلى مربع البعد عند البعد الأبعد أي س ظ : س ض :: الحركة اليومية عند ض : الحركة اليومية عند ظ وهذا يصح في كل جزء من فلكها فان اخذنا بالقياس صعودها المستقيم وميلها يوميًا ومن ثم استعملنا طولها نستعمل بعدها عن الأرض في أماكن مختلفة من فلكها وكل ذلك مدون في زيجات حركة الشمس

الحرارة التي تكتسبها الأرض من الشمس مثل النور تختلف بالقلب كربع البعد أي الحرارة على البعد الأقرب : الحرارة على البعد الأبعد :: $61 : 57 :: 21 : 20$ تقريبًا :: $261 : 200$:: $26 : 20$ أي مقدار حرارة الشمس المتوقف على البعد في أول كانون الثاني $\frac{1}{15}$ أكثرها في في أول تموز وبالعكس في نصف الكرة الجنوبي وبسبب مبادرة الاعتدالين وانتقال الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب تنقلب هذه النسبة في نحو ١٠٠٠ سنة

(١٦٦) الاقواس التي تمر بها الأرض في مدة وجيزة كيوم واحد مثلاً في بالقلب كربع البعد فيكون البعد بالقلب كجذور تلك الاقواس فتكون نسبة بعد الأرض عن الشمس في البعد الاقرب : بعداً في البعد الابعد :: $57^{\circ} 6' : 61^{\circ} 6' \text{ اي } 1 : 1.034$

الشمس اقرب الى الأرض في صيف نصف الكرة الجنوبي وذلك سبب زيادة حر صيف تلك الجهات عن حر صيف نصف الكرة الشمالي فناخذ ليس $\frac{1}{10}$ من فضلة حرارة الصيف والشتاء بل نتدنى من الدرجة التي كانت الحرارة عليها لو لم تكن للشمس وجود وذلك بالاقرب $23^{\circ} 4'$ و الحرارة في الظل في الاقاليم الاستوائية اذا كانت الشمس في سمت الرأس $= 100^{\circ}$ والفضلة $23^{\circ} 4'$ من 100° $= 23^{\circ} 4'$ ف زيادة الحر من السبب المشار اليه في الاقاليم الجنوبية

(١٦٧) لما كانت سرعة حركة الأرض بالقلب كربع البعد في كل جزء من فلكها فيكون مسطح الزاوية المرسومة بالموصل في وقت مفروض في مربع البعد كمية واحدة ابداً لانه ان فرضت X ب مثلاً وزادت كقصان ب يكون المسطح واحداً ابداً فان رُسم من ش (شكل ٦٢) موصلان الى ت وب طرفي قوس يمرور بها في يوم واحد يكون ش ت X ت ب كمية واحدة في كل جزء من فلك الأرض والقوس ت ب اذا نظير اليها من الأرض قوس دائرة تامة ترى مثل ا د وهي قياس الزاوية عند ش



شكل ٦٢

(١٦٨) الخط الموصل يمر على فصحات متساوية في اوقات متساوية اما في اوقات غير متساوية فعلى فصحات متناسبة للاوقات . ليكن ت ب القوس المرسوم في يوم واحد فالقطاع ت ش ب $= \frac{1}{4}$ ش ب X ت ب خذ اي نصف قطر شمت مثل ش د وارسم القوس ا د قياساً للزاوية ش فلنا ش د : ا د :: ش ب : ت ب $=$ ش ب X $\frac{1}{4}$ ش ب وبالعويض عن ت ب ت بهذه القيمة في المعادلة المذكورة نصير ت ش ب $= \frac{1}{4}$ ش ب X ش ب X $\frac{1}{4}$ ش ب $= \frac{1}{4}$ ش ب X $\frac{1}{4}$ ش ب وش د كمية ثابتة وش ب X ت د ايضاً ثابتة فاذا الموصل يمر بفصحات متساوية في اوقات متساوية . وهذه قاعدة من قواعد كبلر وسياتي ذكرها في الفصل الثالث

وقد وجد ان فضلة البعد الابعد والاقرب $= \frac{1}{19}$ من البعد الاقرب اي ٥٠٠ ٠٠٠ ميل تقريباً

(١٦٩) ان تعيين هيئة فلك الأرض حسياً تقدم حاصل من مراقبات ورصود دقيقة

غير ان هذه الهيئة تتغير من علة كثيرة لآثفهم بدون معرفة بعض قواعد الجاذبية العامة فلننظر قليلاً الى تلك القواعد

الفصل الثالث

في قواعد كبلر والجاذبية العامة

(١٧٠) في اوائل القرن السابع عشر اخذ كبلر بحسب موقع المريخ على المبدأ الكوبرنيكي اي ان الشمس مركز حركات السيارات وفي اول الامر قابل موقعة بالرصد بموقعه حسب افضل الزيجات الموجودة يومئذ فتارةً تطابق الموقعان واخرى اختلفا فظهر فساد الحساب ثم اخذ بحسب موقع السيارة على مفروضات مختلفة حتى افنى كل مفروض ممكن على مبدأ كون فلك المريخ دائرة وفي مدة ثمان سنين امتحن ١٩ مفروضاً ولم يصح واحد منها فتحقق ان فلك المريخ ليس دائرة فترك الدائرة واخذ بحسب موقع السيارة بناءً على كون فلكه هليجياً والشمس في مركزها فوجد ان الحساب لم يصح فتترك هذا الرأي ونقل الشمس الى احد محترقي الهليجي فوجد الحساب والواقع متطابقين تماماً وصح في سائر السيارات والتمرايضاً فوضع قاعدة الاولى وهي

(١) فلك كل سيار هليجي الشمس في احد محترقيها

وفي اجرائه هذه الحسابات رسم هليجياً عبارة عن فلك المريخ وجعل الشمس في احد المحترقين وعين مواقع السيارات في الهليجي حسبما علمت من الرصد وبذلك كشف قاعدة الثانية

(٢) ان المسحات التي يمر عليها القطر الحامل تتغير بنسبة الى الوقت اسية

يمر على مسحات متساوية في اوقات متساوية

ولما نظر الى السيارات تدور حول الشمس كل واحد في فلكه تحقق عند وجود قانون عام

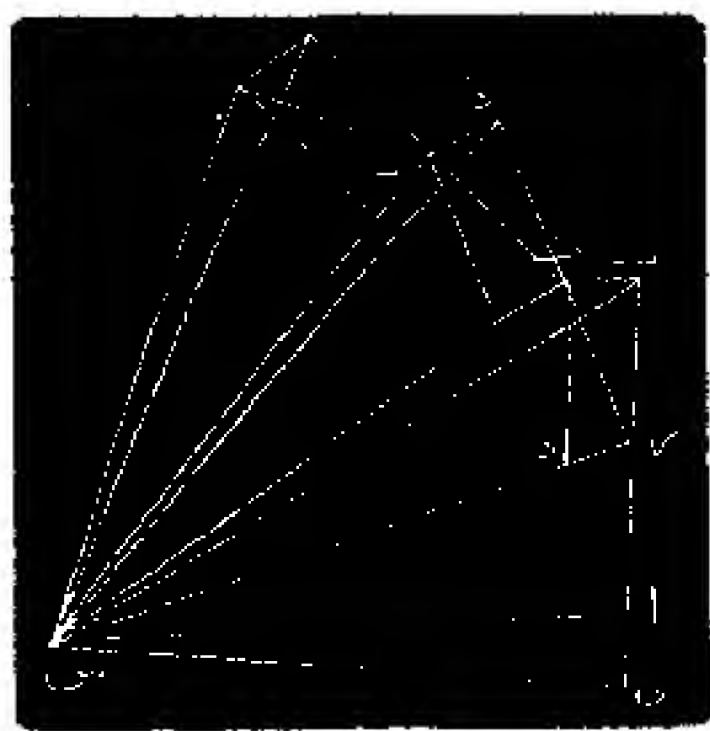
رابط الكل فانه الى قاعدة الثالثة

(٣) ان مربعات مدات السيارات تتغير كعاب ابعادها الاواسط

لاجل صحة هذه القاعدة الاخيرة تماماً ينبغي ان يُقسَم مكعب البعد على مجموع
 جرم الشمس والسيار غير ان جرم اكبر السيارات صغير بالنسبة الى جرم الشمس
 فجرم المشتري $\frac{1}{1048}$ من جرم الشمس كما ستعلم فلا يحصل خطأ يُعَدُّ به اذا
 غُضَّ النظر عن ذلك ونصح هذه القاعدة في الاقمار ايضاً الا اذا كان جرم السيار
 بالنسبة الى جرم الشمس ما يُعَدُّ به كما اوضح اسحق نيوتون في الفضية ٥٩ من
 مبادئه وبرهن ايضاً صحة هذه القواعد تعاليمياً في الكتاب المذكور

(١٧١) من كتاب المبادي لاسحق نيوتون الكتاب الاول الفضية الاولى والثانية
اذا تحرك جسم بقوة محركة وقوة جاذبة الى مركز فالنسجيات المرورجها حول المركز تتغير بالنسبة
الى مداها والكل في سطح واحد

لنفرض جرم متحرك في السطح اس ر (شكل ٦٢) بقوة نصلة الى ر ثم الى ث في اوقات متساوية. ارسم س ر وس ث فالمثلثان اس ر رس ث متساويان ولكون القوة فاعلة في سطح واحد هما في سطح واحد ثم عند وصول الجرم الى ر لتفعل فيه القوة الجاذبة نحو س بحيث تصله الى د في المدة التي يصل بها الى ث وارسم ث ث د يوازي رس وارسم د د ت يوازي رث فيمر الجرم في القطر رت ارسم ث س ث س فالمثلثان ت رس ث رس متساويان و $ث رس = راس$ فاذا $ت رس = راس$ وهكنا يبرهن في ذ ت س د ت س وهذا يصح مهما كانت ا ر صغيرة فيصح اذا كانت القوة الجاذبة الى المركز دائمة الفعل اي في الحركة على خط منحن وبما ان قطر كل مثلث من المثلثات المذكورة هو في نفس سطح اضلاعه



شکل ۷۶

فالنسجات المروورها في سطح واحد وقد تبرهن انها متساوية وذلك الخ
وبالقياس اذا كانت النسجات المرسومة حول نقطة مفروضة تتغير بالنسبة الى الاوقات فالقوة المحركة
الجسم عن الاستقامة تفعل نحو تلك النقطة. لان $اس ر = رس ث$ كما تقدم وبالمفروض $اس ر$
 $= رس ث$ فاذا $رس ث = رس ث$ و $ث موازي رس$ و $ر$ قطر معين الضلع $رد$
منه تعدل القوة المحركة الجاذبة نحو $س$

قد نتحقق حسب قاعدة كبلر الثانية ان القطر المحامل لكل سيار يرم حول الشمس فمساحات متساوية في اوقات متساوية (١٦٨) فبالضرورة القوة الجاذبة السيارت هي نحو الشمس (١٧٢) فرع اول من القضية السابقة . قاعدة السرعة لجرم دائر حول مركز السرعة في اية نقطة قُرِضت بتغير بالقلب كالعمودي من مركز القوة على المماس لتلك النقطة ليكن S ي (شكل ٦٢) عموداً على AT بعد اخراجه فمساحة $SRA = \frac{1}{2} RA \times S$ ي وفي تغير حسب تغير $AR \times S$ ي اي $AR \propto \frac{1}{r^2}$ وار ∞ من اية كالسرعة عند المساحة S ار ثابتة اي السرعة $\propto \frac{1}{r^2}$ اي السرعة بتغير بالقلب كالعمود من النقطة S على الخط الذي يمر على الجرم او على ماس منحني ان دار في منحنى قاعدة الجاذبية في فلك هليجي باعتبار البعد . (مختصر من مبادئ نيوتون كتاب اول قضية ١١ و ١٢ و ١٣ و ١٤)



شكل ٦٢

(١٧٣) ليكن F موقع الجرم (شكل ٦٤) صوح المحترقين AS نصف القطر الاطول B S نصف منضوء VS ي وح Z عمودين على ماس للنقطة F و D S موازياً للمماس . افرض $J =$ جيب الزاوية VSF ي او H FZ وعلى افتراض نصف القطر واحداً

$$J = \frac{VS}{VF} = \frac{H}{CF} \quad \text{اي} \quad J = \frac{VS \times H}{VF \times CF}$$

وبحساب قطع المخروط $VS \times H = Z = S$ ب و $VS \times CF = S$ د

$$\text{وبالتعويض} \quad J = \frac{B}{S} = \frac{J}{S} \quad \text{وج} \quad \frac{VS}{VF} = \frac{VS}{S}$$

$$\text{فبالمساواة} \quad \frac{VS}{VF} = \frac{B}{S} \quad \text{اي} \quad \frac{VS \times B}{VF \times S} = \frac{VS}{S}$$

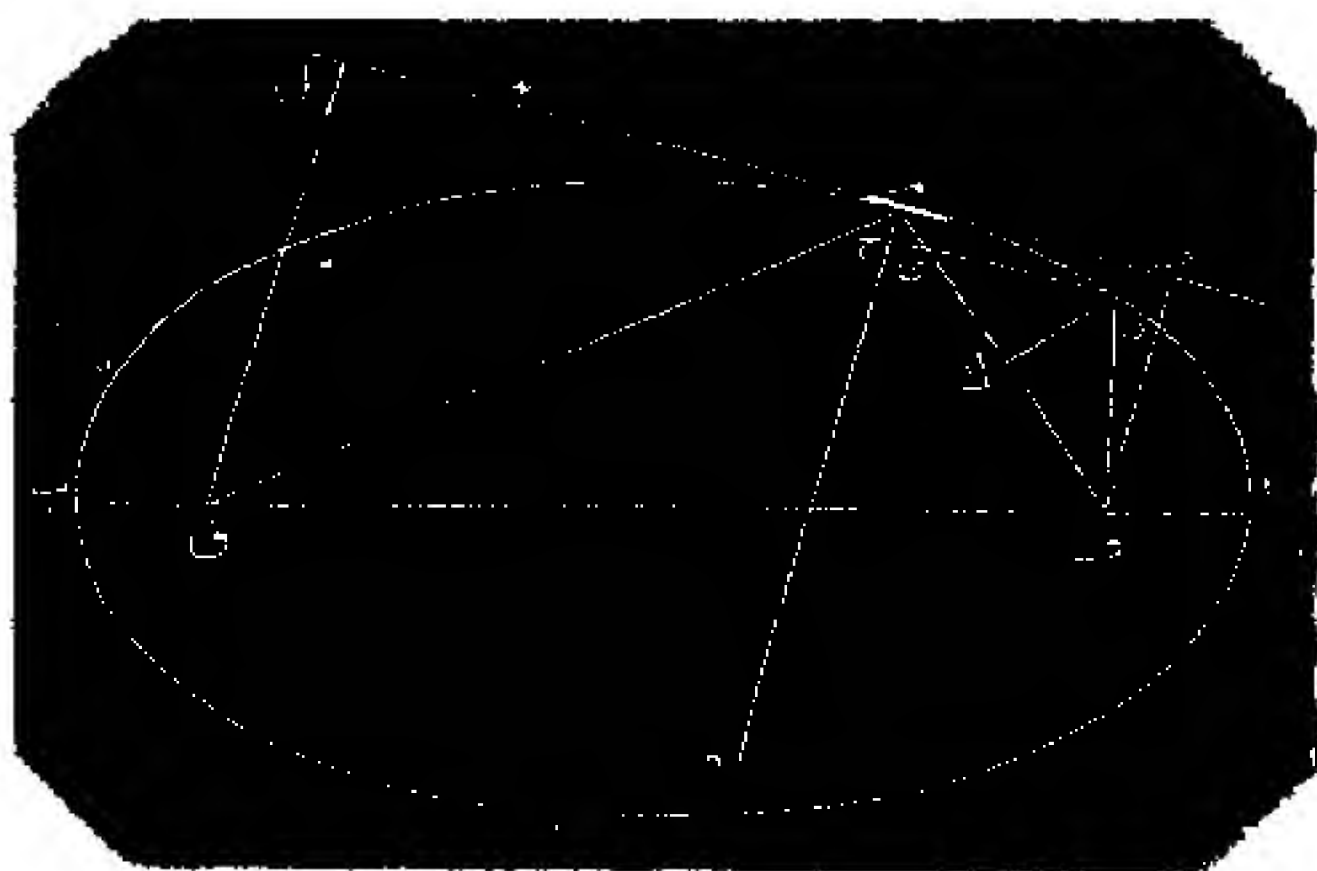
$$\text{وبحساب قطع المخروط وتر الانحناء} \quad \frac{AS^2}{AS}$$

فالقوة الجاذبة الى ص تتغير حسب $\frac{س د^2}{ص ف^2 \times ب س} \times \frac{ا س}{ص د}$ وذلك بتغير حسب

ص ف على افتراض ا س و ب س ثابتين وهكذا ايضا في المثلثات

ان كان المثلث شلجيا ص ي يتغير حسب ص ف ووتر الانحناء = ص ف فيتغير حسب ص ف فالقوة الجاذبة الى المثلث تتغير حسب ص ف اي في كل قطع مخروط القوة الجاذبة الى المثلث تتغير بالقلب كربع البعد

وبالقلب اذا تغيرت القوة الجاذبة الى المثلث بالقلب كربع البعد يكون المثلث قطع مخروط



شكل ٦٥

(٦٧٤) برهان آخر، لكن الجرم عند م (شكل ٦٥) وليكن ف م القطر الحامل للمثلث المثلث وليكن م و قطر الانحناء عند م واذ ذاك فهو عمودي على المماس ر ل وليكن م ن قوسا صغيرا جدا الى غير نهاية يربها الجرم في مدة قصيرة جدا . ارسم ف ر

عمودا على المماس م ر ون ك عمودا على ف م ون ح عمودا على م و ف المثلثات ر ف م م ح ي ك ن ي متشابهة ومن يُعتبر خطا مستقيما يرسم بنعل النوتين اي الجاذبة الى المثلث م ي والدافعة التي تعدل ي ن وتوازيه ونحسب الحركة في م ي متسارعة على التساوي لانه في المدة القصيرة المعروضة نحسب القوة الجاذبة ثابتة فيحسب $م ي$ قياس الجاذبة الى المثلث = ج ا ب ج ∞ م ي فينتضي ان يبرهن ان م ي ∞ $\frac{1}{م ي}$

بالمثلثات المتشابهة م ي م ح ن ي ن ك اي م ي = م ح $\frac{ن ي}{ن ك}$ (٤٧)

والوتر م ن هو متناسب متوسط بين سهم الجيب م ح والقطر م و اي م ح = $\frac{م و}{م ن}$ ولكون القوس صغيرة الى غير نهاية ن ح = م ن اي م ح = $\frac{م و}{م ن}$ وسهم الجيب م ح وايضا ح ي صغير جدا بالنسبة الى ن ح فيوضع ن ي عوضا عن ن ح اي

(٤٨)

$$m = \frac{N}{m^2}$$

بحساب قطع المخروط $m = \frac{p}{r} \left(\frac{f}{f_r} \right)$

$$\text{وبالمثلثات المتشابهة} \quad \frac{N}{f_r} = \frac{f}{N_k}$$

فبالتعويض $m = \frac{p}{r} \left(\frac{N}{N_k} \right)$ بالتعويض في (٤٨)

$$m = \frac{N_k}{N \times p} \text{ وبالتعويض في (٤٧)}$$

$$m = \frac{N_k}{N \times p} \times \frac{1}{p} = \frac{N}{N_k}$$

أما القطاع f_m فقياسه $f_m \times N_k$ أي

$$N_k = \frac{f_m}{f_m} \text{ ونك} = \frac{f_m}{f_m} \text{ أي}$$

(٤٩)

$$m = \frac{f_m}{f_m \times p}$$

وبما ان القسائم التي يربها النظر الحامل تتغير بالنسبة الى الاوقات فيكون f_m ثابتاً
فاذا

(٥٠)

$$m = \infty \text{ (ج) } \frac{1}{f_m}$$

أي القوة الجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد

(١٧٥) وهذا القانون يصح في كل قطع مخروط وفي افلاك مختلفة كما تبين في مبادئ نيوتون

كتاب أول ق ١٤ فصح في كل اجرام نظام دائري حول جرم واحد مركزي

لنرخ ١ نصف قطر هيليبي الاعظم وب نصف منصف فيكون ١ معدل البعد أي البعد

الوسط لكل نقطة من المنحنى عن المحرق وحسب قطع المخروط مماسة الهيليبي $\pi = ab$ فان

فرضت $m =$ المساحة التي يربها القطر الحامل في ثانية واحدة وع $=$ عدد الثواني في دوران كامل

فكل الهيبي $= m$ ع و $\pi ab = m$ ع

$$وع = \frac{\pi ab}{m} وع' = \frac{\pi a'b'}{m} وحسب قاعدة كبلر الثالثة$$

$$ع' \propto \frac{a'}{a} اي \frac{a'}{a} \propto \frac{b'}{b} اي \frac{b'}{b} \propto \frac{a'}{a}$$

ونصف البرامتر $\frac{p}{m}$ هو متناسب ثالث للقطرين ا وب

$$فاذا \frac{b}{a} = \frac{p}{m} ا ب \propto \frac{p}{m}$$

فبالتعويض عن m بالقيمة $\frac{p}{m}$ (ايه فم ن' في معادلة (٤٦) نصير

$$m = \frac{4 فم ن'}{p \times فم} = \frac{p^2}{فم} = \frac{p^2}{فم}$$

$$ايه ج \propto \frac{1}{فم}$$

ايه الجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد في افلاك مختلفة كما في اقسام مختلفة من فلك واحد

(١٧٦) وهذه القواعد تصح ايضا على المسافات القصيرة القريبة كما على الطويلة البعيدة

ليكن ض الارض (شكل ٦٦) وا موقع القمر وليكن ا آ عبارة



عن النسيجة التي يقع فيها القمر بالجاذبية في ثانية واحدة و ا ب القوس

التي يربها في ثانية واحدة فلولا قوة تحرفة لذهب على استقامة الى ب

فيكون ب ب' اوسهم الجيب ا آ (الذي يعادله في قوس صغير جدًا)

المسافة التي يقع فيها في ثانية واحدة فاذا انقسم فلك القمر على عدد الثواني

اللازمة لمروره فيه يكون الخارج ا ب وهذه القوس وتوثرها يعتبران

متساويين

$$و ٣ اض : اب : اب : ا آ = ٠.٥٣٥ من القيراط$$

على سطح الارض يجرى في الثانية الاولى من سقوطه على $\frac{1}{16}$ شكل ٦٦

فدما فاذا كانت القاعدة الماضي ذكرها صحيحة ايه ان الجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد نستعلم

المسافة التي يسقط فيها جرم على بعد القمر بهذه النسبة

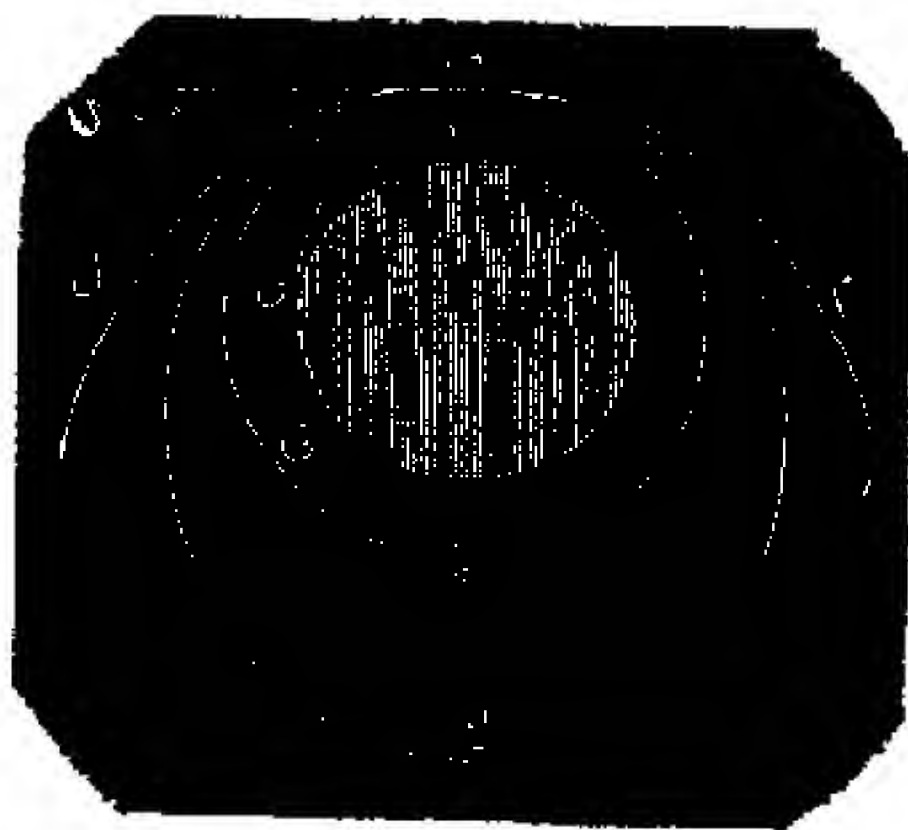
مربع بعد القمر: مربع $\frac{1}{4}$ ق الأرض: $\frac{1}{16}$ قدمًا: 0.036 . قيراط وذلك بوافق تقريباً ما يستطاع القمر عن حاس لفلكه في ثانية واحدة

(١٧٧) اذا تحرك سياراً ومذنب نحو سيار آخر فحركته تتسارع ومسارعتها تزيد بالقلب كمربع البعد وإذا ذهب عن سيار آخر فتبطئ حركته على هذه القاعدة نفسها وقد تبرهن في الفلسفة في باب الميكانيكيات ان الجاذبية تتغير كمقدار الهبوطي وهكذا في الاجرام السماوية ايضاً اي الجاذبية تتغير بالاستقامة كمقدار الهبوطي وبالقلب كمربع البعد

اذا رمي حجر أو أطلقت كلة من مدفع فطريق المري بدون التفات الى مقاومة الهواء الكروي هو قطعة من فلك هليلجي احد محترقي مركز الأرض وقد تبرهن في الفلسفة (ع ١٧) ان طريق مرمي هو قوس من شلجي بناء على كون الخطوط العمودية منه على سطح الافق متوازية وقوة الجاذبية ثابتة وكلاهما ليس بصحيح الى التمام. فاذا علم بعد القمر ومدته فالوقت اللازم لمري ان يدور دوراً كاملاً في مضيقه من قاعدة كبلر الثالثة وإذا لا سبيل للانسان ان يرمي مرمياً بقوة تبلغ اسفل فلكه الى ابعد من مركز الأرض فيحسب معدل ذلك نصف قطر الأرض وعلى افتراض بعد القمر ٦٠ قطراً ومدته $\frac{1}{17}$ يوماً تكون النسبة $60 : (\frac{1}{17}) :: (\frac{1}{17}) : 2$ ك

فنستعلم قيمة ك = نحو ٢١ دقيقة

اي كل مرمي اذا دار في فلكه بدون معارضة حسب قواعد الجاذبية الفاعلة خارج الأرض يدور دوراً كاملاً ويعود الى موضعه في نحو نصف ساعة



شكل ٦٧

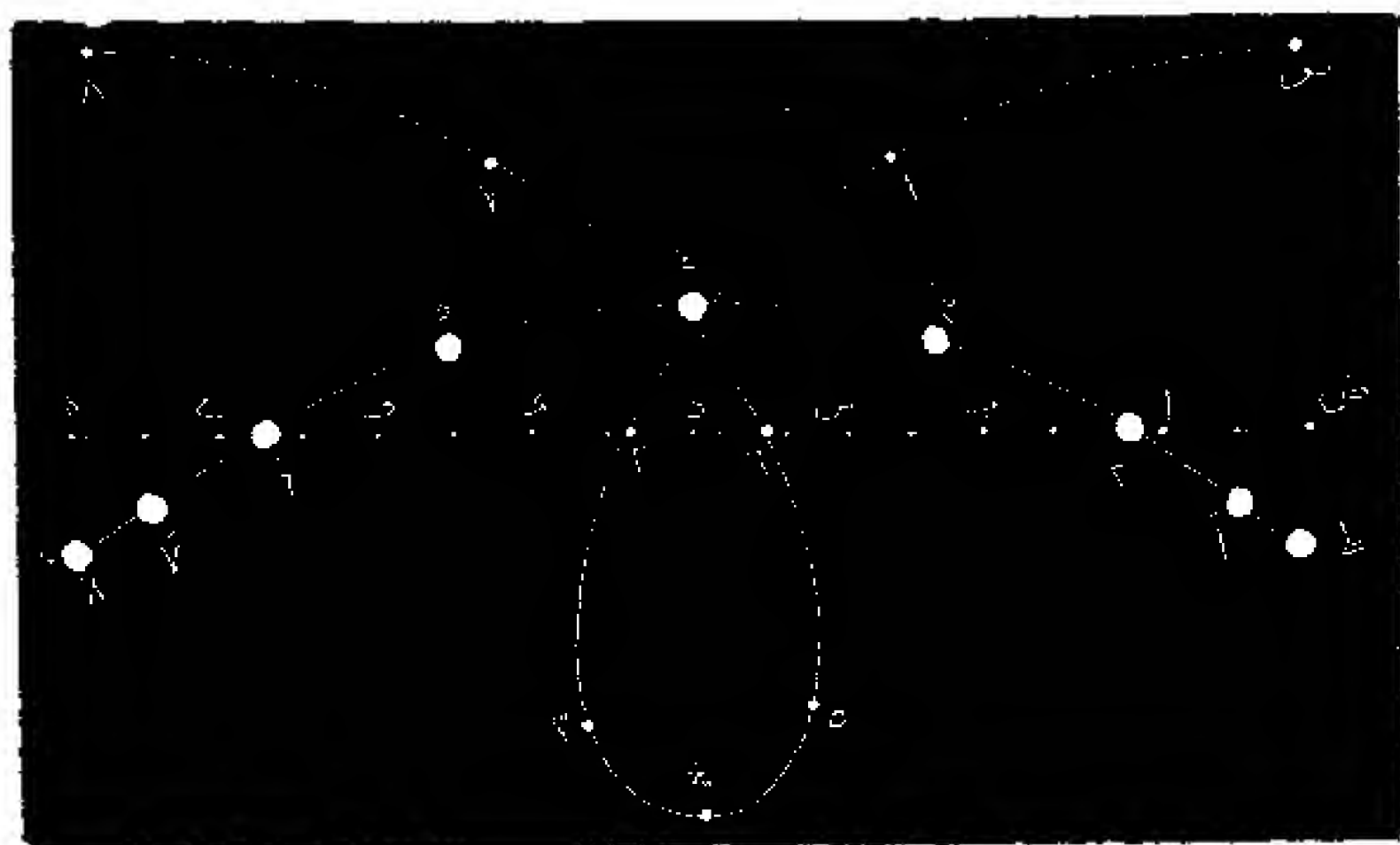
(١٧٨) ولكي نرى فعل زيادة سرعة المرمي في المرميات لفرض ف (شكل ٦٧) نقطة بقرب الأرض ا د ي والقوة الدافعة تدفع الى جهة ف ب حتى يصل المرمي الى د فان زيدت القوة فقد يصل الى هـ فكان مركز الأرض المحترق الابدل لفلكه. فان زيدت القوة الدافعة حتى تعدل الجاذبية تماماً دار المرمي في دائرة تامة ف ق غ ومعدل البعد يعدل حيث ان نصف قطر

الأرض فيستعلم وقت الدوران بقاعدة كبلر الثالثة وهي $24^{\circ} 39'$ وإذا زادت القوة ايضاً يتحرك المرمي في هليلجي ف ك محترقة الاقرب مركز الأرض وإذا زادت القوة تزيد مباينة الهليلجي فتصير فرك وزيادة القوة ايضاً ينهي الى شلجي ثم الى هذلولي فلا يعود الى طريقة نحو الأرض

(١٧٩) اذا افترضنا حركة الارض المرمية او حركة سيار آخر المرمية حاصلة من دفعة واحدة فرمما كانت تلك الدفعة سبب الدوران على المحور ايضا . فان فعلت القوة الدافعة على خط ماز بالمركز تجبت حركة مستقيمة بدون دوران على المحور وان لم يمر ذلك الخط بالمركز حصل دوران على المحور ايضا وقد حسب البعض ان حركتي الارض ممكن حصولها بقوة دافعة على خط ٢٤ ميل من مركز الارض على الجانب الابد من الشمس . ولو فعلت على الجانب الذي يلي الشمس لكان الدوران اليومي عكس ما هو

(١٨٠) في حركات الشمس والسيار من قبل دفع السيار

لفرض الشمس عند ط (شكل ٦٨) والارض عند ص وكل واحدة منها جاذبة الاخرى ثم اندفعت ص على خط عمودي على ص ط فلا يمكن ان تبقى ط ثابتة وتتحرك ص حولها لانه كما قد تبهن في الفلسفة الطبيعية ان مركز ثقلها يتحرك كما كان مجتمع الجسمين قد تحرك لو اوصل بين مركزيها واندفعوا اندفاعا واحدا فلنفرض ان بين وزن الجسمين والقوة الدافعة نسبة حتى يراى



شكل ٦٨

ض على النسمات ض ا اب ب س الخ بينما يمر ص ٢٥ في دائرة حول المركز المتحرك فعند وصول المركز الى ا يكون ص عند ا اي ٤٥ من العمودي عند ا ولا بد ان يكون ط في الجهة المتقابلة من ا بالنسبة الى ص وعلى نفس البعد من ا الذي كان عليه من ض قبل فبواسطة دفع ص والمجاذبة بين ص وط قد تحرك ط الى ا ثم متى كان المركز عند ب يكون ص في ٢ وط عند ٢ وما دام ص فوق الخط ض ه جاذب ط نحو ذلك الخط ثم بقطعة ومن خاصة السكون يبنى سائرا الى الاعلى مع ان ص قد صارت تحت الخط وتلي هذا النسق الاجرام

الدائرة حول مركز محرك ترسم دوائر بالنسبة الى ذلك المركز وترسم حقيقة منحنيات تختلف كثيراً عن تلك الدوائر وهي ابدانوع من انواع المنحني المعروف بالايبيكولوجويد وفي المفروض السابق يرسم السيار ايبيكولوجويد يكون عدة انشوطات والطريق يقطع نفسه مرة في كل دوران وطريق الجرم الأكبر خط متموج والجسم ص يتجه في اسفل الانشوط من ٢ الى ٤ الى ٥ وط يتقدم على سرعة غير متساوية لان كلا منها تارة يعوق الآخر وأخرى يسرعه ولا سبيل لدوران جرمين مستقلين حول مركز ثقل ثابت الا بدفع كل واحد منهما بقوة واحدة الى جهتين متقابلتين فتدوران فاعلم ان على هذه الكيفية هـ زوج فعلها الدوران فقط



شكل ٦٩

(١٨١) سببها يارب سيار من نقطة الذنب وذها يوم من نقطة الرأس كلما بعد السيار من الجسم المركزي ش (شكل ٦٩) من ح الى ك الى ا ثقل سرعته حتى تغلب القوة الجاذبة القوة الدافعة بها يكفي لاحتماله الى س ثم تاخذ بالزيادة وتزيد السرعة ايضاً في المرور من د اي ي الى ف فتتبع السرعة وقوع السيار الى ش والجاذبة كافية لاحتماله عن الاستقامة فينتهي الى غ ايضاً فعند س يصير طريقة داخل محيط دائرة حول المركز ش فيعود وعند غ يصير طريقة خارج دائرة حول المركز ش فياخذ بالذهاب ايضاً

الفصل الرابع

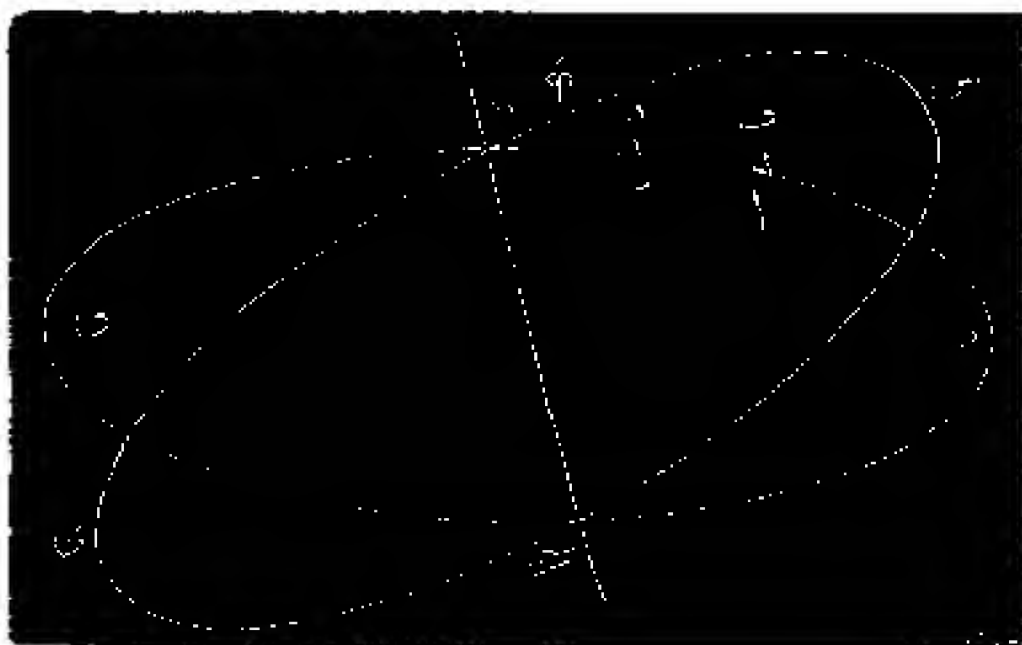
في مبادرة الاعتدالين والكواكب وانحراف النور وحركة نقطتي الرأس والذنب وموقع الشمس الحقيقي والوسط

(١٨٢) اذا تعين طول النجوم وعرضها فبعد مضي سنين يرى الطول قد زاد والعرض باق على ما كان وسبب ذلك مبادرة الاعتدالين والكواكب مبادرة الاعتدالين فبراد بها انتقال نقطتي تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء ويبدأ رويداً من الشرق نحو الغرب ان عيننا النقطة التي فيها تقطع الشمس خط الاستواء هذه السنة ووافقت موقع نجم معروف مثلاً فنراها في السنة الآتية تقطع الى غربي ذلك النجم فسميت مبادرة اما لان الشمس تسبق اليها كل

سنة وأما لاث في مرور الهاجرة اليومي يسبق الاعتدال النجوم التي قطعت الهاجرة .٠٠ في السنة الماضية .
وعلى هذا السيل في مضي الادوار تقع تقطنا الاعتدالين في كل نقطة من دائرة البروج
(١٨٣) كمية المبادرة السنوية = $٥٠' ٢''$ ولما كان في كل درجة ٢٦٠٠ لنا ٢٦٠×٢٦٠٠
= ١٢٩٦٠٠٠ في دائرة و $١٢٩٦٠٠٠ + ٥٠' ٢'' = ٢٥٨١٧$ سنة لدوران الاعتدالين دورانا
واحداً

(١٨٤) من مبادرة الاعتدالين بدور قطب خط الاستواء حول قطب دائرة البروج في
 ٢٥٨١٧ سنة كما تقدم وكما ان نجم القطب لم يكن نجم القطب في قديم الزمان هكذا لا يكون كذلك
في المستقبل ونرى من النجرات القديمة للنجوم الثوابت ان نجم القطب كان حيثئذ بعيداً عن القطب
 $١٢'$ وبعد عنه الآن $٢٢'$ تقريباً ويستقرّب اليه حتى يصير بينهما نحو $١'$ ثم يبعد عنه وبعد مضي
نحو ١٢٠٠٠ سنة يكون قطب خط الاستواء قد انتقل الى الجانب الآخر من دائرة البروج فيصير
بين النسر الواقع والقطب اقل من $٥'$ فيكون هو حيثئذ نجم القطب ويقترب سنة ٢١٠٠ يكون
نجم القطب والقطب $٢٩' ٥٥''$ و $٢١٠٠ +$ نصف ٢٥٨٦٨ اي $١٢٩٣٤ = ١٥٠٣٤$ اي في تلك
السنة يكون نجم القطب على بعد ابعد عن القطب اي $٤٥' ٢٣''$ ويقترب سنة ٢٣٠٠ ق م
كان النجم الثالث من ذنب الثعبان اي α الثعبان نجم القطب اذ كان بعده عن القطب يومئذ
 $١٠'$ فقط

(١٨٥) قد تقدم ان مبادرة الاعتدالين صادر من جاذبية الشمس والقمر على زيادة الميولي
في الاقاليم الاستوائية لكون الارض شبيهة بكرة وليست كرة تامة ولما كانت الشمس في دائرة البروج
وميل تلك الدائرة $٢٣' ٢٧''$ على دائرة خط الاستواء فالجاذبية المشار اليها تجذب خط الاستواء
نحو دائرة البروج ولولا حركة الارض اليومية لانتهتا الى سطح واحد



شكل ٧٠

(١٨٦) لسبب ميل دائرة البروج
على خط الاستواء تكون جاذبية الشمس
للاقسام الاستوائية مائلة فتدخل الى قسمين
احدهما عمودي على خط الاستواء وفعل
هذا القسم هو ادارة نصف الكرة
الاستوائية الاقرب الى الشمس نحو دائرة
البروج والخط الذي تدور عليه هو الموصل

بين الاعتدالين والنصف الآخر يبعد عن دائرة البروج غير ان الابعاد اقل من التقريب فتتقدم

الحلقة نحو دائرة البروج وهذا الاقتراب مع سكون الحلقة الاستوائية في الحركة اليومية يظهر الاعتدالين
ليكن γ سطح دائرة البروج (شكل ٧٠) و ρ الحلقة الاستوائية المهيولية فجوهر من
هذه الحلقة α مثلاً بسبب السكون في الدوران اليومي يميل الى ρ في سطح γ فليكن $\alpha \beta$ عبارة
عن تلك القوة و $\alpha \gamma$ عبارة عن الميل نحو γ بسبب جاذبية الشمس فتكون الحركة الناتجة من
القوتين القطراد وذلك يظهر ρ الى ρ وكل جواهر الحلقة تحت هذا الفعل الا لحظة كل يوم
عندما تقطع ρ وان لم تكن الشمس على خط ρ كما هي في اذار وابول فيبطل الفعل حيناً
(١٨٧) ان فعل القمر في مبادرة الاعتدالين اعظم من فعل الشمس لقربه والنسبة بين فعله
وفعل الشمس $2:7$ وللسيارات ايضاً فعل في زيادة المهيولي عند الاجراء الاستوائية غير ان فعل
السيارات هو لتقليل المبادرة لان مقدار المبادرة الحاصلة من جاذبية الشمس والقمر $= 0.04$ وفعل
السيارات بالضد $= 0.21$ فبقي للمبادرة 0.2

(١٨٨) ان زمان دوران الشمس من نقطة الاعتدال الى ان تعود اليها ايضاً سمي سنة اعتدالية
وقد رأينا ان ذلك ينقص عن دوران كامل 0.2 ونسبة $0.2:8$ اي حركة الشمس اليومية
 24 ساعة $0.2:30$ من الوقت اي السنة الاعتدالية اقصر من السنة النجمية بمقدار
 30.3 وقت شمسي اوسط فالسنة النجمية 365.256 والاعتدالية 365.242
والاعتدالية 365.242 0 48 46.15

(١٨٩) ومن مبادرة الاعتدالين حدث ايضاً ان اساء البروج الآن لا توافق الصور المسماة
بتلك الاسماء بل انتقلت البروج 28 الى غربي صورها ولا ريب انه لم يكن كذلك في اول تقسيم
دائرة البروج بل كان كل برج حيث يوافق صورته 0.2 سنة واحدة 30
(108000) اي 60 1050 اي ق م بنحو 28 سنة اي مدة قليلة بعد بناء مدرسة الاسكندرية

في الكبي

(١٩٠) رأينا سابقاً ان مبادرة الاعتدالين ودوران قطب خط الاستواء حول
قطب دائرة البروج يحصل من جاذبية الشمس والقمر على الحلقة المهيولية في اجزاء الارض الاستوائية
فلا بد ان يكون فعل تلك الجاذبية اعظم متى كانت الشمس في المدارين ولا شيء متى كانت في
الاعتدالين ونسبة فعل القمر في هذا العمل الى فعل الشمس $2:5$ تقريباً فيحصل من ذلك تغيير
مستمر في ميل دائرة البروج على خط الاستواء نارة بزيد واخرى بقل وبالنسبة تحصل حركة لقطب
خط الاستواء نارة بقرب الى قطب دائرة البروج واخرى يبعد عنها فتكون حركة قطب خط

الاستواء حول قطب دائرة البروج في دائرة محيطها مركب منحنيات تقعرها وتحدبها الى نحو قطب دائرة البروج دواليك فتشبه خطاً موجاً (شكل ٧١) وهذه الحركة سُميت الكبو وكتبها نحو ١٨ في قطب خط الاستواء و ف قطب دائرة البروج وسمي الكبو ٢٥



في انحراف النور

شكل ٧١

(١٩١) الانحراف هو تغيير في مكان جرم سموي الظاهر حادث من حركة الارض في فلكها في مدة انتقال النور عن ذلك الجرم اليها فيكون مكانه الظاهر وراء مكانه الحقيقي بمقدار الانحراف



شكل ٧٢

ليكن ي ي س (شكل ٧٢) جزءاً من دائرة البروج و ن ي شعة من نجم عند ن خذ ي س متناسباً لحركة الارض في فلكها و ي ت متناسباً لحركة النور ونم شكل ي س ب ت وارسم القطر ي ب ومن حركة الارض في فلكها في مدة انتقال النور اليها من النجم يظهر كأن العين ثبتت عند ي واتى النور من نجم عند ن فيكون الفرق بين المكان الظاهر والمكان الحقيقي لناظر عند ي الزاوية ن ي ن فمن نسبة سرعة حركة النور الى سرعة حركة الارض في فلكها نستعلم هذه الزاوية وحركة النور ١٩٢٠٠٠ ميل كل

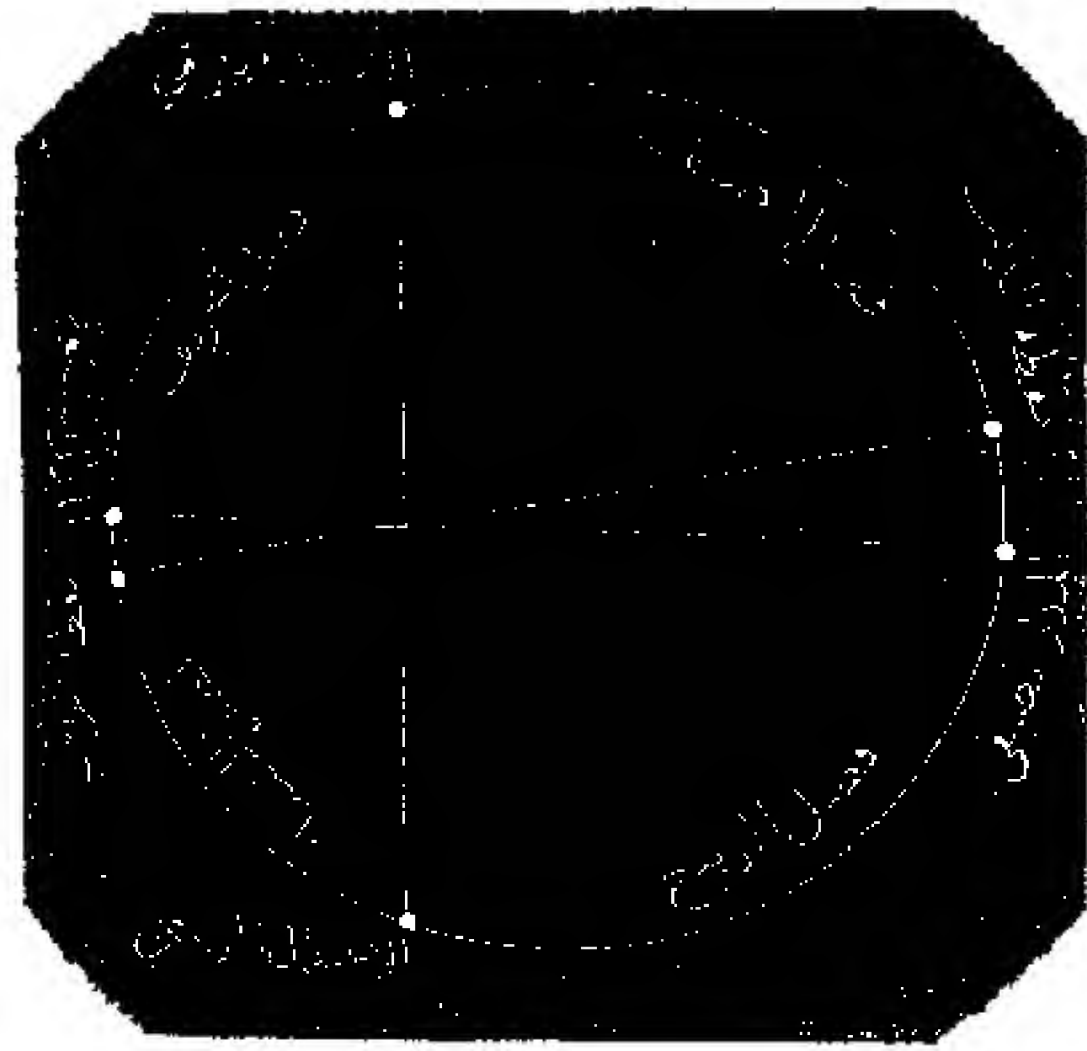
ثانية وحركة الارض ١٩ ميلاً كل ثانية فليكن ي س حركة الارض و ي ت حركة النور فنسبة ١٩ : ١٩٢٠٠٠ :: ١ : ١٢٠٠٠ ماس ٢٠ ٤٤٥١ = زاوية ت ي ب = ن ي ن مقدار الانحراف فمتى كان النور الآتي من جرم سموي عمودياً على فلك الارض يكون الانحراف ٢٠ ٤٤٥١ وقد سُميت هذه الكمية مسي الانحراف وإذا كانت الارض متحركة نحو الجرم يكون الانحراف صفراً فنجم واقع في سطح دائرة البروج يظهر في مكانه الحقيقي مرة في كل ستة اشهر وقبل هذين الوقتين بثلاثة اشهر وبعدها بثلاثة اشهر ينحرف الى الجبهتين المتقابلتين ٢٠ ٤٤٥١ فيكون كل انحرافها ٤١ تقريباً ونجم في قطب دائرة البروج يسبق مكانه الظاهر ٢٠ ٤٤٥١ ايئاً فكانه يرسم دائرة قطرها ٤١ وكل جرم بين سطح دائرة البروج وقطب يرسم هليجياً قطره الاعظم ٤١ وقطره الاصغر يزيد بالنسبة الى عرض النجم

الانحراف برهان حي على حركة الارض وصحة النظام الكوبرنيكي وإذا استعلمنا موقع نجم بالحساب وراقبنا موقعه بالنظر لنا الانحراف فتستعلم من ذلك سرعة النور بقلب النسبة المذكورة

اي حاس ٤٤٥١ " ٢٠ : : ١٢ ق " ١٩ ميلاً : ١٢٠٠٠ ميل كل ثانية

(١٩٢) ان نقطتي الرأس والذنب للارض ليستا بشايتين بل تتقلان بين البروج من الغرب الى الشرق وها الآن في ١٠ السرطان و ١٠ الجدي اي تكون الارض في نقطة الذنب في اول تموز وفي نقطة الرأس في اكتوبر الثاني فان رصدنا وقت وصول الارض الى نقطة الرأس هذه السنة وعيناً موضعها بين البروج نجد في السنة الآتية انها تصل الى تلك النقطة ٦٦ " ١١ الى شرقي النقطة المشار اليها وهاتان النقطتان تتقدمان كل سنة ٦٦ " ١١ ولكن الاعتدال الذي نحسب منه الطول يهرك الى الغرب كل سنة ٥٠ " فينغير طول نقطة الرأس كل سنة ٦٦ " وهذه الحقيقة تعبر عنها بان الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب له حركة سنوية من الغرب الى الشرق ويدور دورانا كاملاً في ١١١٤٩ سنة *

في سنة ١٨٠٠ كان طول نقطة الرأس ٢٧٩ ٢٠ ٨ " اي فانت المدار الشتوي ٢٠ ٨ " ٢٠ ٨ "



شكل ١٣

كانت عند المدار الشتوي في سنة ١٢٤٧ لان ٢٠ ٨ " ٢٠ ٨ " + ٦١ ٤ " = ٥٥٣ سنة و ١٨٠٠ - ٥٥٣ = ١٢٤٧ وعلى هذه الكمية يستعلم ان نقطة الرأس توافق طول المدار الصيفي في سنة ١١٧٤١ في سنة ٤٠٨٩ ق م وافق طول نقطة الرأس الاعتدال الربيعي في سنة ٦٥٨٩ يوافق الاعتدال الخريفي وفي سنة ١٧٢٦٧ يعود الى موافقة الاعتدال الربيعي فيكمل الدوران وعلة هذا الانتقال هي جاذبية السيارة الكبار التي دوائرها

خارج دائرة الارض حول الشمس لان فعلها مضاد جاذبية الشمس وهذا الانتقال واختلاف طول الفصول من هذا القبيل يوضح من شكل ٢٣

* ان انتقال نقطة الرأس والذنب اكتشفه اولاً محمد بن جابر بن سنان ابو عبد الله الحراني المعروف بالبتاني نسبة الى البتان قرية بقرب حران بين النهرين من رصدات رصدها في اواخر القرن التاسع واولائل القرن العاشر للمسيح في الرقة على الفرات . كان صائباً ونوفي سنة ٩٢٩ مسجبة

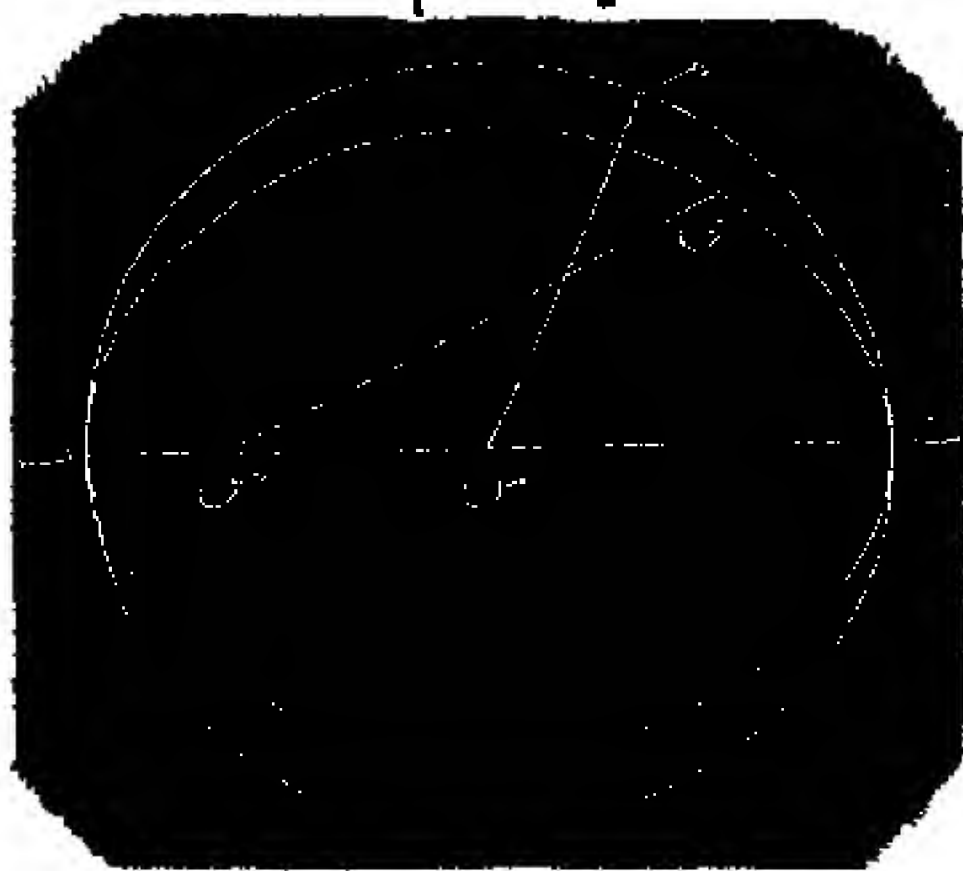
(١٩٣) ان رُسم خط من الشمس الى جرم وآخر الى بعد الابد عن الشمس سُميت الزاوية المحاذية بينها الزاوية الوسطى واما انتقال الشمس من نقطة الذنب مثلاً الى ان تعود اليها ايضاً سُميت سنة وسطى ولا بد ان تكون اطول قليلاً من سنة نجمية لانه يقتضي للشمس ان تحرك $11^{\circ} 66'$ اكثر من دائرة كاملة

و $260^{\circ} 256' 36'' : 11^{\circ} 66' 36'' : 40^{\circ} 4'$ اي زيادة سنة وسطى على سنة نجمية

(١٩٤) من تغير نقطتي الراس والذنب بالنسبة الى المدارين لا بد ان يحصل تغير ايضاً في النصول لانه لما كانت الارض في البعد الاقرب عندما كانت الشمس في المدار الشتوي كما كان في ١٢٤٨ والارض حينئذ على اسرع حركتها يكون الشتاء اقصر من الصيف وبالعكس ان كانت الارض في البعد الاقرب والشمس في المدار الصيفي تكون الارض حينئذ على اسرع حركتها في الصيف ويكون الصيف اقصر من الشتاء والآن تقرب نقطة الراس الى المدار الشتوي نجد الشهور الستة للشتاء اقصر من التي للصيف باكثر من سبعة واقل من ثمانية ايام

(١٩٥) حركة جرم الوسطى في الحركة التي كانت له لو تحرك على التساوي في دائرة تامة فتُحسب للاجرام السماوية دوائر حقيقية وتُحسب المكان الذي يكون فيه الجرم لوقت مفروض اية مكانة الاوسط ومن ثم يُصلح ذلك لاختلاف فلكه عن دائرة حقيقية وهكذا يُستعلم مكانة الحقيقي والزيجات الفلكية تعين المكان الاوسط للاجرام السماوية ومعادلات لاصلاح ذلك

(١٩٦) انواع الاصلاح اللازمة للكميات المثبتة في الزيجات لاجل معرفة مكان جرم الحقيقي سُميت معادلات . مثاله لو حسبنا مكان الشمس الاوسط لوقت فلكي نستعلم مكانها الحقيقي يجب



شكل ٧٤

ان نعتبر التغير الحاصل من مبادرة الاعتدالين ومن الكبر ومن مباينة فلكها فيضاف الى الزيجات معادلات لكل هذه الاشياء بها يُصلح المكان الاوسط لمعرفة المكان الحقيقي وايضاً معادلات لجاذبية السيارات التي يحدث منها تغير في مكان الشمس والارض بالنسبة الى السيارات وفي مكان السيارات بنسبة بعضها الى بعض

ليكن ت ي ب (شكل ٧٤) فلك الارض

وليكن الشمس عند ص . على القطرت م ا رسم دائرة

ت م ب وليكن ي موضع الارض في فلكها وم المكان الذي كانت تكون فيه لو تحركت في دائرة

حقيقية فالزاوية مس ت سميت الزاوية الوسطى غير الحقيقية وي ص ت الزاوية الوسطى الحقيقية والفرق بينها اي مس ت - ي ص ت = معادلة المركزي الاصلاح اللازم للزيجات من جداول الجية فلك الارض وهي اعظم انواع الاصلاح كلها لمعرفة طول الشمس الحقيقية اذ تبلغ احياناً $1^{\circ} 50' 8''$

الفصل الخامس

في القمر . اوجه القمر ودورانه . تخطيط القمر

(١٩٧) القمر جرم ساوي تابع الارض يدور حولها على بعد معدله 238123 ميلاً ومباينة 0.042° . فيكون معظم بعده 251947 واقلة 230719 ومعدل اختلافه الافقي عند خط الاستواء هو $5' 57''$ ومعظمه $6' 1''$ واقلة $54' 7''$ فيستعلم بعدك بهذه النسبة جيب $5' 57''$: نصف قطر الارض $29673^{\circ} 8'$: $\frac{1}{2}$ ق : 238123 وحسب آدمس 238794 . اما قطر القمر الظاهر فهو $6' 31''$ و $\frac{1}{2}$ ق : 238123 : ج $15' 33''$: $1080^{\circ} 5'$ = نصف قطر القمر والنظر 2161 ميلاً هنا حسب هنسن وحسب بعضهم نصف القطر $15' 26'' 41''$ فيزيد القطر المذكور نحو 2 او 8 اميال ونسبة سطح الارض الى سطح القمر كربع نصف قطرها اي كـ $12 : 1$ ولان الكرات ككعاب اقطارها يكون جرم القمر $\frac{1}{49}$ من جرم الارض اما ثقله النوعي فقد حسب $\frac{1}{2}$ اي $\frac{1}{2} = 610$ من ثقل الارض النوعي فوزنه $\frac{1}{49} \times 610 = \frac{1}{8}$ تقريباً . ان حسبت الارض واحداً فنسبة الجاذبية على الارض الى الجاذبية على القمر : $\frac{1}{(1.80)} : \frac{1}{(3906)}$ اي $6 : 1$ تقريباً الاختلاف الافقي حسب آيري $57' 44'' 4'' = 238606$ بعد " " " " آدمس $57' 57'' 3'' = 238818$ بعد

(١٩٨) من رصد القمر من يوم الى يوم براه دور حول الارض من الغرب الى الشرق وميل فلكه على دائرة البروج يختلف بين $5^{\circ} 20' 6''$ و $4^{\circ} 57' 22''$ ومعذلة $5^{\circ} 8' 50''$ ومدة دورانه $27^{\circ} 22'$ يوماً اي الى ان يعود الى الموضع بين النجوم الذي كان فيه

(١٩٩) المدة المشار اليها في الشهر النجمي واما مدة الدوران بالنسبة الى الشمس فهي الشهر القانوني وهو $29^{\circ} 53'$ يوماً لان القمر يمر كل يوم على 12 درجة تقريباً والشمس في مدة 27 يوماً تتقدم

نحو ٢٧ فيقتضي للقمر يومان بزيادة لكي يقترب من الشمس أيضاً
(٢٠٠) العقدتان هما نقطتا تقاطع فلك القمر ودائرة البروج وبينهما ١٨٠° فإذا كان القمر
صاعداً من الجنوب الى شمالي دائرة البروج فنقطة التقاطع هي العقدة الصاعدة والآخرى العقدة
النازلة

متى كان الشمس والقمر على طول واحد قيل انها في الاقتران ومتى كان بينهما ٩٠° طولاً قيل
ان القمر في الربيع الاول ومتى كان بينهما ١٨٠° قيل ان القمر في الاستقبال ومتى كان بينهما ٢٧٠°
قيل ان القمر في الربيع الثالث

(٢٠١) يستعمل الشهر القانوني بمقابلة الخسوفات القديمة بالحدثة اي بقسمة الايام بينها على
عدد الجلالات وهو ٢٩ يوماً ١٢ س ٤٤ د = ٢٩.٥٢٠٩ يوماً

(٢٠٢) لاستعلام الشهر النجدي اقسام ٢٦٠° على ٢٦٥° ٢٥٦° ٢٥٠° اي الايام في سنة نجدي فلنا
٩٨٥٦° اي حركة الشمس اليومية. اضربها في ٢٩° ٥٢ اي ايام الشهر القانوني فلنا ١٠٥٩°
اي الفوس التي تقطعها الشمس في الشهر القانوني فيقطع القمر ٢٦٠° + ١٠٥° ٢٩° في شهر قانوني
و ٢٦٠° في شهر نجدي ثم نسبة

٢٦٠° : ١٠٥° ٢٩° :: ٢٦٠° : ٢٩° ٥٢ يوماً ٢٢ س ٢٧ د وهو بالتدقيق ٢٧° ٤٣ س ١١ د

(٢٠٣) هيئة فلك القمر يستعمل كما تقدم من جهة فلك الشمس لان قطر القمر الظاهر يختلف
بين ٢٢' ٧" و ٢٩' ١١" فتكون نسبة بعد القمر الابدال الى بعده الاقرب :: ٧ : ٦ تقريباً
ومعدل مباينة فلكه $\frac{1}{18}$ = نحو ١٢١١ ميلاً معظمها $\frac{1}{10}$ = ١٥٧٦٠ ميلاً ومصغرها $\frac{1}{11}$ = ١٠٥١٠
اميال. اي $\frac{1}{4}$ مرات أكثر من مباينة فلك الارض ولكن بالظر لا يمتاز عن دائرة حقيقية لان
القطر الاعظم يزيد على منصفه $\frac{2}{3}$ من طول فقط

متى كان القمر على اقرب مسافته عن الارض قيل انه في الاوج ومتى كان على ابعد ما قيل انه
في الحضيض

الشهر الاوسط هو مدة دوران القمر من اوج الى اوج او من حضيض الى حضيض وهو ٢٧° ٥٥
يوماً والشهر العقدي هو مدة الدوران من عقدة الى عقدة وهو ٢٧° ٢١ يوماً

(٢٠٤) القمر يدور على محوره في نفس مدة دورانه حول الارض اي مرة في ٢٧° ٢٢ يوماً
ومحوره عمودي على سطح فلكه تقريباً فبرى من سطح الارض جانب واحد من القمر فقط ويرى كل
سطحه من الشمس مرة في كل شهر قانوني اي ٢٩° ٥٢ يوماً. بهارة ١٥ يوماً وليلة ١٥ يوماً تقريباً
خط القمر الاستوائي مائل قليلاً على دائرة البروج وعنده الصاعدة توافق عقدة فلكه النازلة

أبدأ فبرسم محور القمر سطحاً مجزئاً حول محور دائرة البروج مرة في كل ١٨^٦ سنة
(٢٠٥) تمايل القمر هو حركة جرتية لها بها يظهر لنا شيء لا قليل من نصف كرتي الخفية وهو
ثلاثة أنواع تمايل طويلاً وتمايل عرضاً وتمايل يومي أما التمايل طويلاً فبمد النظر قليلاً حول خط
الاستوائي أولاً من الجانب الواحد ثم من الجانب الآخر مرة كل شهر نجيب وذلك لانه بدور دوراً
متساوياً على محوره وتتحرك على غير تساوي في فلكه . فمضى كان في الخضم بدور على محوره أكثر
من ٢٠ يوماً على ٢٠ من فلكه فندري أكثر قليلاً من جانبه الشرقي وبالعكس متى كان في
الاج فندري أكثر قليلاً من جانبه الغربي ومعظمه ٧ ٥٥ فلو كان فلك القمر دائرة لما حصل
تمايل طويلاً

أما التمايل عرضاً فبمد نظرنا الى ابعد من قطبي قليلاً بها ان محور القمر مائل قليلاً على
فلكه اي ٦ ٢٤ على المعدل فيتموجه نحونا أولاً القطب الواحد ثم الآخر مرة كل شهر . ومعظمه
٤٧ ٢٤ وياتفاق النوعين ينكشف من سطح ١٠ ٢٤ فلو كان فلكه وخط الاستوائي في سطح
واحد لما حصل تمايل عرضاً

أما التمايل اليومي فمن قبل الاختلاف اليومي لانه متى كان على الهاجرة رآه كما لو نظرنا اليه
من مركز الارض تقريباً ومتى كان في الافق يكون ابعد عما نحد ٤٠٠٠ ميل فيمتد النظر قليلاً على
جانبه الغربي عند شروقهِ وعلى جانبه الشرقي عند غروبهِ ومعظمه ٢٢ وبمساعدة انواع التمايل نرى
من سطح القمر $\frac{57}{100}$ والقسم منه الخفي عما ابدأ هو $\frac{43}{100}$ من سطحه

(٢٠٦) بعد القمر عن الارض هو نحو ٦٠ مرة في الارض وبالتدقيق ١٦ ٥٩ فمضى كان
على الهاجرة يكون قطره الظاهر $\frac{1}{7}$ مرة أكبر مما هو والقمر في الافق اي نحو ٣٠ وذلك لا يشعروا
بالنظر بل يقاس بالآلات

(٢٠٧) القمر يدور حول الارض والارض تدور حول الشمس على ٤٠٠ مرة بعد القمر عن
الارض لان $238650 \times 400 = 95460000$ فنقطة من خط القمر الاستوائي يدورانه على
محوره تتحرك ١٠ اميال كل ساعة وسرعة القمر حول الارض ٢٣٠٠ ميل كل ساعة وسرعة حول
الشمس ٦٨٠٠٠ ميل كل ساعة

(٢٠٨) هيئة فلك القمر اذا دار جرم حول مركز متحرك برسم خطاً منحنيّاً سي ابيك كلويد
وفلك القمر هو ابيك كلويد متموج

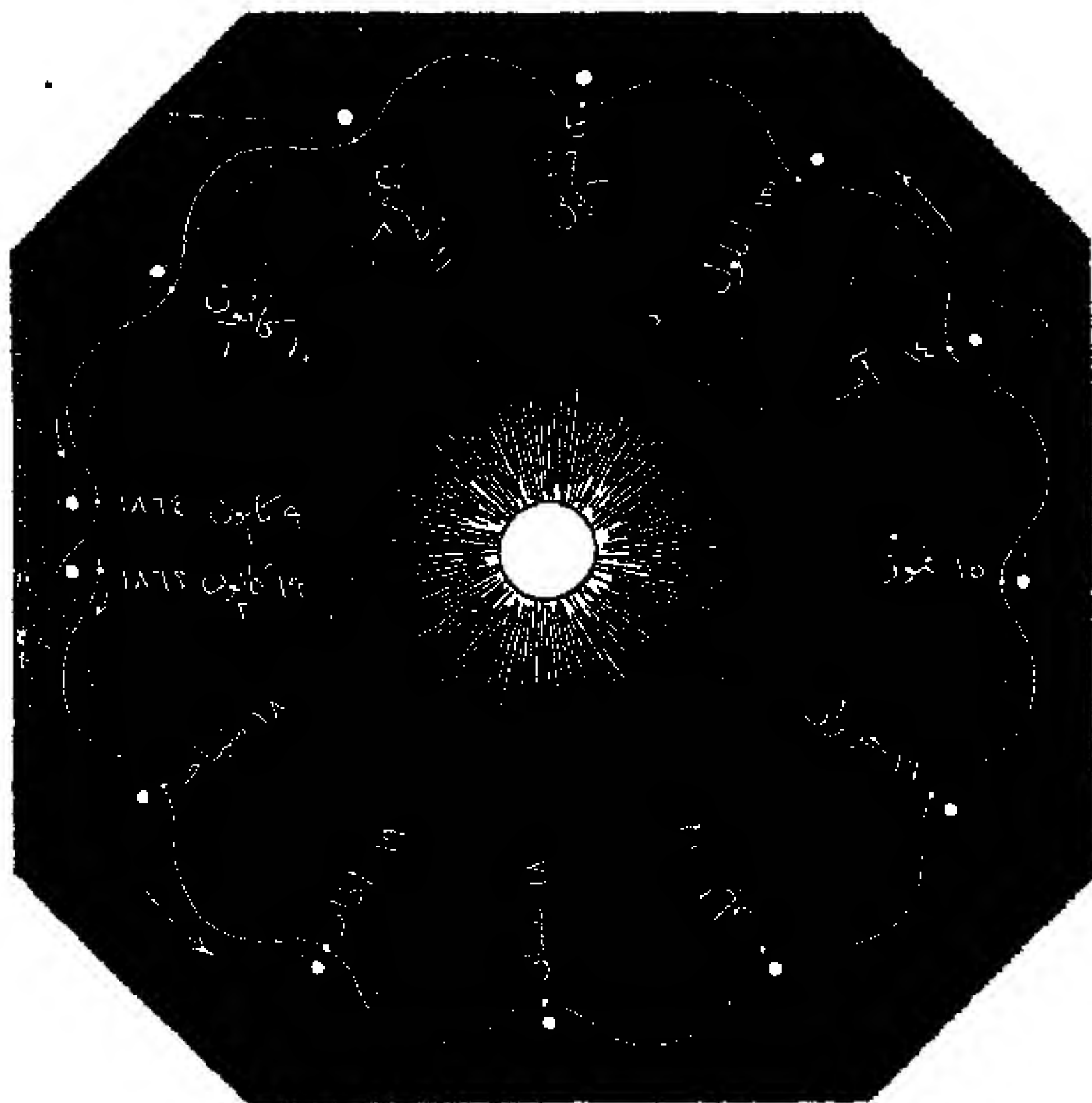
لتكن الدوائر الصغار (شكل ٧٥) دالة على قطع فلك القمر واي قطعة من فلك الارض
حول الشمس وهي عند ملتقى الخطوط المفترضة فيينا يدور القمر نصف دورانه حول الارض ثم

الارض على $\frac{1}{2}$ من فلكها اي من ا الى ي فلتفرض الارض عند ا والقمر في الربع الآخر آخذًا في
المرور بالنفوس من فلكه التي هي اقرب الى الشمس فتمت الارض الى ب يكون القمر قد مر على
نصف الربع وتمي صارت الارض عند س يكون القمر في الاقتران وتمي كانت الارض عند د



شكل ٢٥

يكون قد مر على نصف الربع ايضًا وتمي كانت الارض عند ي يكون القمر في الربع الاول اي قد
مر على نصف فلكه بالنسبة الى الارض واما بالنسبة الى الشمس فيكون قد مر على منحنى داخل



شكل ٢٦

فلك الارض من ا الى ي وعند ي يقطع فلك الارض ويتقدم مع الارض مسافة اخرى ويرسم
منحنياً خارج فلك الارض وهكذا يرسم في السنة ٢٥ تموجاً صغيراً جداً بالنسبة الى فلك الارض حتى

بالكد بتماز فلكه عن فلك الأرض لناظر اليه من الشمس وذلك يتضح ايضاً من شكل ٢٦ و ٢٦ ب
(٢٠٩) بما ان القمر يدور حول الشمس على معدل بعد الأرض وفي نفس مدة دوران الأرض
حولها فلا بد ان يكون خاضعاً للقوات الفاعلة في الأرض فلو تلاشت الأرض لما تغير فلك القمر
حول الشمس كثيراً الأنجوت الموج الحاضر وتحويل فلكه الى هليلجية صحيحة



شكل ٢٦ ب

لاجل معرفة نسبة جاذبية الشمس للأرض الى جاذبيتها للقمر فقد تقدم (ع ١٤) ان القوة
الجاذبة نحو المركز ج $\frac{1}{r^2}$ وت = مدة الدوران فاذا جُعل $\frac{1}{r^2}$ ق فلك القمر واحداً يكون
 $\frac{1}{r^2}$ ق فلك الأرض نحو ٤٠٠ والمئات ٢٧٢٢٢ يوماً و ٢٦٥٢٥ يوماً . فنسبة جاذبية القمر نحو
الشمس : جاذبيتها نحو الأرض :: $\frac{1}{(٢٧٢٢٢)^2} : \frac{1}{(٢٦٥٢٥)^2}$: ٢ : ١ تقريباً اي الشمس وان كانت
ابعد تجذب القمر $\frac{1}{٢}$ أكثر مما تجذب الأرض

وان قيل فلماذا لا يترك القمر الأرض اطاعةً لجاذبية الشمس الزائدة فتذهب اليها ولا سبباً عند
حدوث كسوف تام حينما تجذبها عن الأرض بالاستقامة فيجيب ان الشمس تجذب الأرض ايضاً
وجاذبيتها للأرض تارة أكثر من جاذبيتها للقمر وتارة أقل حسب بعد الأرض او القمر عنها فالأرض
لكي تمنع انفلات قمرها من ربطها لا تلتم بمقاومة جاذبية الشمس بل انما بمقاومة زيادة تلك الجاذبية
عن جاذبية الشمس لها اي فضلة جاذبية الشمس للقمر وللأرض وهي اقل من جاذبية الأرض للقمر

وبالحقيقة القمر سيار دائر حول الشمس تحت اضطرابات من ثناء فعل سيار آخر هو الارض كما قد اتضح من شكل ٢٦ و ٢٦ ب

(٢١٠) متى كان القمر في الاقتران كما في س (شكل ٢٥) تجذب الارض عن الشمس فيبعد عنها حتى نصير الارض الى د وي ينتهي الى الاستقبال ثم تكون الشمس والارض على جانب واحد منه فتجذب بانها الى جهة واحدة فيقترب الى الشمس حتى ينتهي الى الاقتران وفي مرور القمر على هذا الخط الموج تارة يسبق الارض في فلها كما عند ا واخرى يتأخر عنها كما عند ي . والارض عند ا تجذب القمر الى الورا فيتأخر عن الارض كما هو عند ي ثم تغلب الارض هذه الحركة الى الورا وتجذب الى قدام حتى يسبقها وهلم جرا فيكون خط القمر الموج ناتجا عن اضطراب دورانه حول الشمس بواسطة جاذبية الارض له

ان الارض في كل دورة القمر حولها تدور حول مركز ثقل كليها ومن جراء ذلك تترابا الشمس تارة سابقة طولها الاوسط واخرى متاخرة عنه فمتى كان القمر في الاقتران او الاستقبال لا يتغير موقع الشمس بالنسبة الى الارض لانها على استقامة واحدة ومتى كان القمر في الربع الاول تنقل الارض نحو موقع القمر في الربع الرابع اي سابقة موقعها الحقيقي فتظهر الشمس سابقة موقعها الحقيقي ومتى كان القمر في الربع الرابع تنقل الارض نحو موقعة في الربع الاول فتتأخر الشمس ايضا بالظاهر وهذا التغير في موقع الشمس سمي تفاوتها الاختلافي ومن كثرة رصدها وهي على الهاجرة قد حسب لافريير هذا التفاوت $6^{\circ}50'$ وحسبه نيوكومب الاميركاني $6^{\circ}52'$ والعدل $6^{\circ}51'$ فان حسبنا معدل اختلاف الشمس الافني $8^{\circ}91'$ يكون مركز ثقل الارض والقمر عن مركز الارض $\frac{751}{891}$ من نصف قطر الارض الاستوائي اي $\frac{751}{891}$ من 3963 ميلا اي نحو 2895 ميلا فتكون نسبة جرم القمر الى مجتمع جرمي الارض والقمر :: $2895 : 238818$ اي

جرم القمر : جرم الارض :: $2895 : 230933$

:: $1 : 81^{\circ}5$

ولاجل تحويل العمل الى عبارة افرض $\frac{1}{q}$ = نصف قطر الارض الاستوائي وب = بعد القمر وت = تفاوت الشمس الاختلافية ح = معدل اختلاف الشمس الافني و μ = جرم القمر على افتراض جرم الارض واحدا ثم

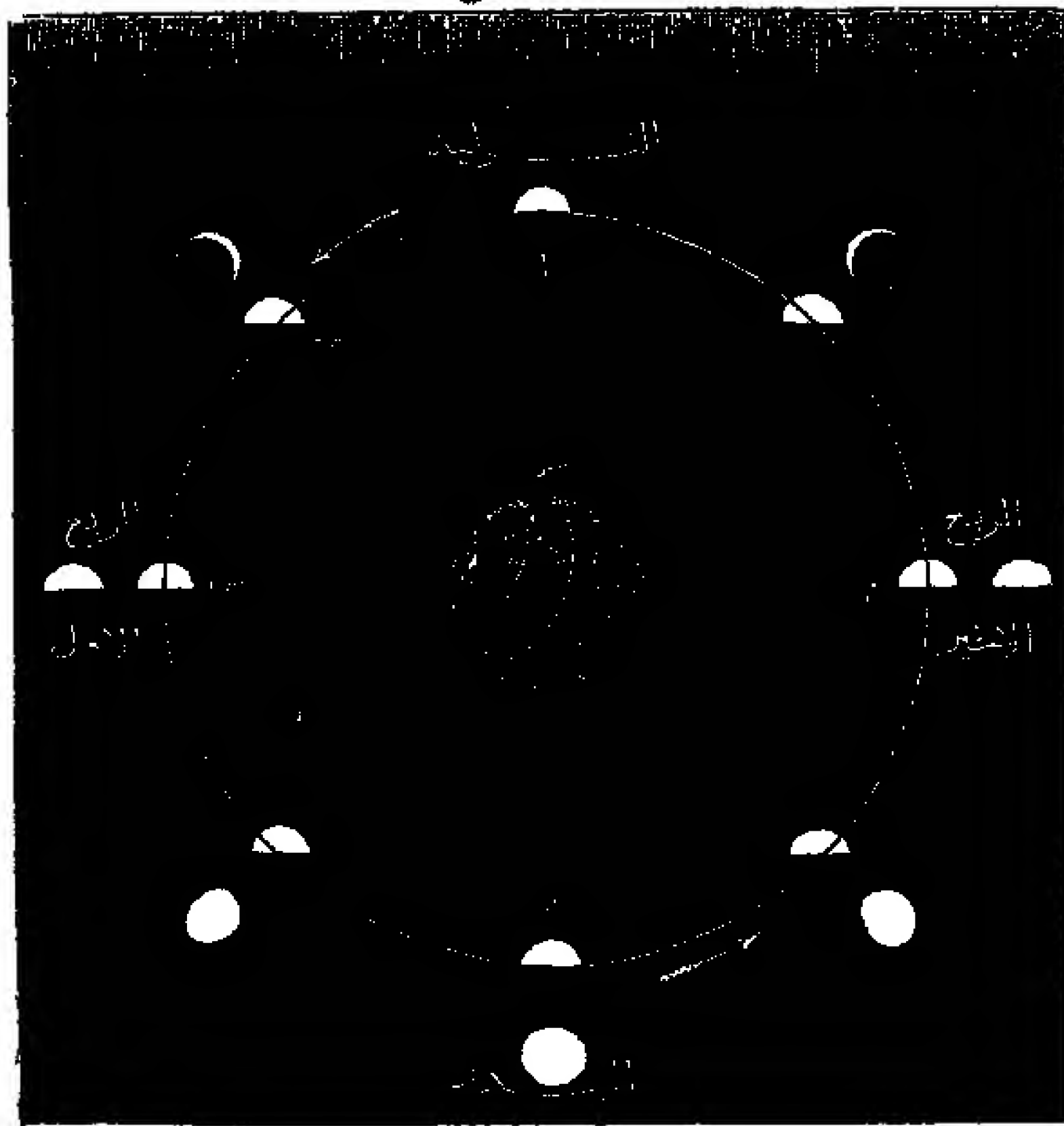
$$\frac{\mu}{1 + \mu} = \frac{ت \times \frac{1}{q}}{ح \times ب} \quad (٥١)$$

وعلى هذه الكيفية قد حسب بعضهم جرم القمر $\frac{1}{81248}$ وبعضهم $\frac{1}{81236}$ وبعضهم $\frac{1}{81}$ فنحسب

معدلة $\frac{1}{8140} = 0.0001228$ وقد تقدم ان جرم القمر $\frac{1}{49836}$ (ع ١٧٤) فنسبة وزن القمر الى وزن الارض $8140 : 49836$ فان كانت كثافة الارض واحداً يكون كثافة القمر $\frac{49836}{8140} = 6.05$ فان كان ثقل الارض النوعي 5.7 يكون ثقل القمر النوعي $\frac{1}{3}$ كما تقدم

أوجه القمر

(٢١١) ان بعد الشمس عن الارض 22984 مرة نصف قطر الارض وبعد القمر عن الارض 59.6 مرة نصف قطر الارض فحسب شعاع الشمس الى الارض وإلى القمر متوازية ومتى



شكل ١٢

كان في الاقتران يكون وجهة المظلم نحو الارض فلا يرى وفيل حينئذ انه في المحاق ثم متى هما بن قليلاً يرى هلالاً وكل يوم يزيد تباينه عن الشمس قليلاً فيكبر الجزء المنور من وجهة المنجبه نحو الارض الى ان يرى نصفه فيقال انه في التربيع الاول وحينئذ يكون قد دار 90° من دورانه اي تكون الزاوية المحاذية بين خط من مركز الارض الى مركز القمر واخر الى مركز الشمس 90° ثم يتقدم نصف دورانه

أي ١٨٠ من الشمس فيبان لنا كل وجهه منوراً وهو حيث في الاستقبال ثم ينتقص أيضاً إلى أن يكون بينه وبين الشمس ٩٠ فيكون في التربع الثالث ويبان نصف وجهه منوراً وهكذا إلى أن يصل إلى جهة الشمس فيكون في الاقتران ووجهه المظلم إلى جهة الأرض فيغنى عنا قليلاً أي يعود إلى الهاق

(٢١٢) يتضح ما سبق من شكل ٧٧

ليكن ض الأرض و ا ب س الخ القمر في كان القمر عند ا يكون في الاقتران ووجهه المنور إلى جهة الشمس ووجهه المظلم إلى نحو الأرض فلا يرى أي هو في الهاق ثم متى وصل إلى ب يرى جزء من الوجه المنور على هيئة هلال وعند وصوله إلى س يرى نصف الوجه المنور فيكون في التربع الأول وهكذا إلى أن يصل إلى ك فيكون في الاستقبال ووجهه المنور كله إلى جهة الأرض فيرى بديراً ثم ينتقص على هذا الأسلوب حتى يصل إلى م فيكون في التربع الرابع ثم يعود إلى الاقتران كما كان أولاً



شكل ٧٨

(٢١٢ ب) أما وضع قرني الهلال فتوقف على نسبة ميل القمر إلى ميل الشمس فالخط الموصل بين قرني عمودي على الدائرة العظيمة المارة بمركز الشمس ومركز القمر فعلى افتراض القمر في دائرة البروج عند ق (شكل ٧٨) فالخط الموصل بين القرنين يحدث مع الأفق زاوية أكبر أو أصغر حسب ميل دائرة البروج على الأفق وذلك يختلف حسب عرض المكان وإن كان القمر عند ق كانت الدائرة العظيمة المارة بـ



شكل ٧٩

وبالشمس تحدث مع الأفق زاوية أكبر من الأولى ومتى كان الهلال في القسم من فلكه الأقرب ميلاً على الأفق كما يحدث بقرب الاعتدال الخريفي والقمر عند ق^٢ أو ق^٣ (شكل ٧٩) فالخط الموصل بين القرنين يقرب إلى العمودي على الأفق وهكذا يقال أيضاً في وضع قرني القمر في النصف قبل المشرق

(٢١٢) منازل القمر عند علماء الهيئة العرب ٢٨ منزلة (١) السرطان (٢) البطين وهما في الحمل ثم (٣) الثريا (٤) الدبران وهما في الثور ثم (٥) الهنعة في رأس الجبار ثم (٦) الهنعة في رجل الثور أمين و (٧) الدراع في ذراعها وهما السبع سميت منازل الربيع ثم (٨) الشدة وهي المعلق في السرطان ثم

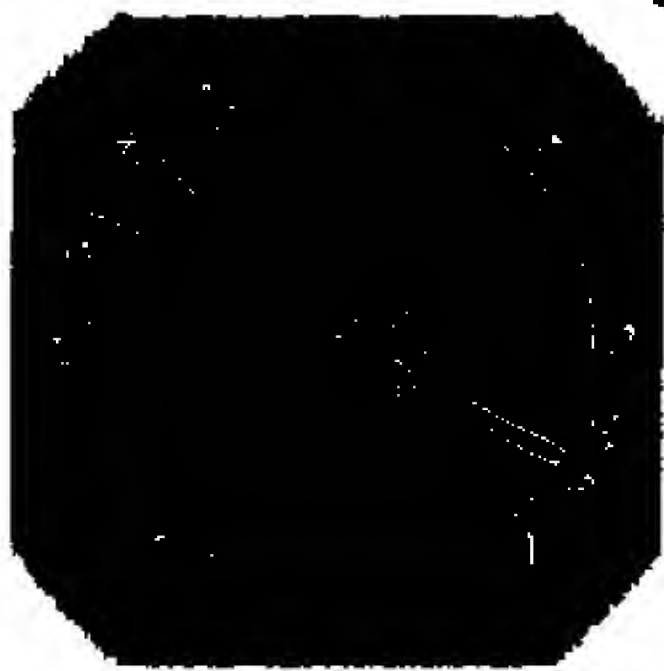
(١) الطرف ثم (١٠) المجبة ثم (١١) الزهرة ويقال له الخمران أيضاً ثم (١٢) الصرفة وهذه الأربعة في الأسد ثم (١٣) العواء ثم (١٤) السماك الأعزل وهذه السبع منازل الصيف ثم (١٥) القرب في رجل السنبلة ثم (١٦) زيانا القرب ثم (١٧) الأكيل في رأس القرب ثم (١٨) القلب أي قلب القرب ثم (١٩) الشولة أي شولة القرب ثم (٢٠) النعائم ثم (٢١) البلة وهي رقعة من السماء لا كوكب بها بين النعائم وسعد ذابح وهذه السبعة منازل الخريف ثم (٢٢) سعد ذابح و (٢٣) سعد بلع وهما في الجدي ثم (٢٤) سعد السعود و (٢٥) سعد الأخية ثم (٢٦) الفرج المقدم ثم (٢٧) الفرج المؤخر وهذه الأربع في الدلو ثم (٢٨) بطن الحوت وهذه السبع منازل الشتاء

(٢١٤) نرى ارتفاع القمر وهو على خط نصف النهار أحياناً كثيراً وأحياناً قليلاً ولو كان على عمر واحد. فأوقاتاً يكون ارتفاع الهلال كثيراً وارتفاع البدر قليلاً وأوقاتاً بعكس ذلك وسبب ذلك ينفع إذا فرضنا دائرة البروج نفس فلك القمر ثلثة ميل أحدها على الآخر فالهلال والشمس في جهة واحدة من السماء أبداً والشمس والبدر في جهات متباعدة أبداً فمتى كان ارتفاع الشمس كثيراً أي في الصيف يكون ارتفاع الهلال كثيراً وارتفاع البدر قليلاً ومتى كان ارتفاع الشمس قليلاً أي في الشتاء يكون ارتفاع الهلال قليلاً وارتفاع البدر كثيراً ومن فوائد ذلك أنارة الجهات الشمالية بالقمر في الشتاء والشمس مخفية عنها فيعوض عنها نوعاً بالقمر الذي يبقى ظاهراً من التربع الأول إلى الثالث أما في الصيف حين تكون الشمس فوق الأفق أبداً فيظهر القمر من التربع الثالث إلى الأول وبالعكس عند القطب الجنوبي

(٢١٥) بقرب الاعتدال الخريفي متى كان القمر بقرب الاستقبال نراه بشرق بقرب غياب الشمس عدة ليال متوالية أي بين وقت طلوعه في تلك الليالي فرق أقل مما يكون في سائر الأوقات وإيضاحاً لذلك لنفرض فلك القمر مطابق دائرة البروج كما تقدم فلو تحرك القمر على خط الاستواء لكانت كل أقسام فلكه مثل خط الاستواء تقطع الأفق على زاوية واحدة ولما كانت فلكه يائل دائرة البروج أو يختلف عنها قليلاً وهي مائلة على خط الاستواء فاجزأوها تقطع الأفق على زوايا مختلفة كما يرى من النظر إلى الكرة ثم متى كان الاعتدال الربيعي عند الأفق شرقاً يكون بين فلك القمر والأفق أصغر الزوايا المحاذية بينها وعند الاعتدال الخريفي الشمس في الميزان والقمر عند الاستقبال في الحمل وبشرق عند غياب الشمس وكذا في الليلة التالية ولو تقدم ١٢ في فلكه فثلاثة ميل فلكه على الأفق يختلف قليلاً في وقت الطلوع بين ليلة وأخرى وهكذا مدة ٧ أو ٨ أيام وهذه الرؤية سميت في الشمال قمر الحصاد وهو ينفع أيضاً من شكل ٨٠

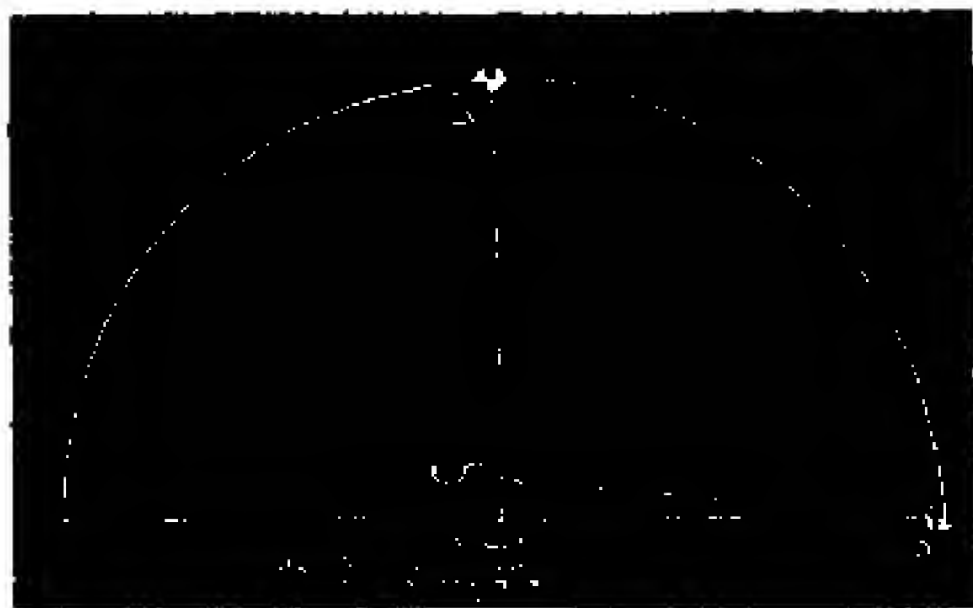
ارسم دائرة الحركة اليومية ف س ف ر (شكل ٨٠) فيقتضي للقمر في الليلة التالية أن يمر

على س ر ن قبل ان يشرق وذلك في $٥٦^{\circ} ٢'$ و س ن على اقل متى كانت س زن على اقلها اذا
فرض زن متى كانت الشمس في الميزان اي عند الاعتدال الخريفي يكون القمر في الحمل عند
الاستقبال فيلاحظ امر شروقه اكثر ما يلاحظ في وقت آخر مع ان هذه الروية تظهر مرة كل شهر
متى انتهى القمر الى برج الحمل . ثم لتكن ق زق فلك القمر ميلة
على دائرة البروج نحو ٩° فيمر على رن فقط في الليلة التالية
بعد وجوده في ز فيكون الاختلاف في شروقه بين ليلة واخرى
على اقل ما يمكن



شكل ٨٠

وبالعكس متى كان القمر في الميزان يكون على معظم الفرق
بين اوقات شروقه بين ليلة وليلة . وكل ما زاد العرض صغرت
الزاوية ر زن فتصغر القوس ر ن فاذا صغرت حتى يمر على
رن في $٥٦^{\circ} ٢'$ اي فضلة اليوم الفجوي والشمسي يشرق على ليلتين في نفس الساعة
ليكن خ ا خط الاستواء وم قطبة وح و الافق ود ب دائرة البروج ز نقطة الحمل
الاولى ثم في كل عرض شمالي متى كان الحمل في الشروق تكون دائرة البروج على اقل ميلها على
الافق وبما ان فلك القمر مائل قليلاً على دائرة البروج فلنحسبها اولاً واحدة ولتكن ز نقطة شروق
القمر في ليلة ما فبعد $٥٦^{\circ} ٢٣'$ تكون الارض قد دارت على محورها فتخرج نقطة ز الى الافق
وفي تلك المدة قد تحرك القمر الى س



شكل ٨١

(٢١٦) متى كانت القمر في سمت
الرأس يكون اقرب اليها ما هو في الافق
بمقدار $\frac{1}{4}$ من بعده كما يتضح من شكل ٨١
فالبعد س د = ب د و ب د = ب د
وهو اطول من س د بمقدار ب س =
نصف قطر الارض = $\frac{1}{4}$ من بعد القمر

فقطر القمر اذا قيس عند وصوله الى سمت الرأس اكبر ما هو في الافق بمقدار $٣٠'' = \frac{1}{4}$ من قطره
تقريباً وسبب ظهور البدر في الافق اكبر ما هو متى ارتفع عنه قد تقدم القول به
قطر القمر الظاهر وهو في الاوج $٢٣' ٢٠'' = ٢٠١٠''$
" " " " الخسوف $٢٩' ٢٠'' = ١٧٦٠''$
" " " " على معدل بعده $٢١' ٥'' = ١٨٦٥''$

(٢١٧) لسكان القمر ان كان فيه سكان يوم واحد كل شهر قانوني اي $\frac{1}{29}$ يوماً فيكون بهارهم ١٥ يوماً تقريباً وليعلم كذلك فيحصل من ذلك تغير عظيم من شدة الحر الى شدة البرد خاصة في الاجزاء الاستوائية منه والسكان على الجانب الذي لا يتجه نحو الارض لا يرى الارض البنية وآخر على الجانب الذي نحو الارض يراها تتغير من هلال الى بدر ومن بدر الى هلال كما نرى نحن القمر في مدة ١٥ يوماً متى كان القمر في الاقتران يرى الارض بدرًا ومتى كان في الاستقبال نصير في الحاق وبعد ذلك قليلاً يراها هلالاً وترايا لث كانتا ثابته في نقطة واحدة من السماء لان القمر يدور على محوره في نفس مدة دورانه حول الارض فانه يغيب وتشرق بل تبقى ظاهرة في مكان واحد مدة الليل القمري كلاً

(٢١٨) ان سطح القمر سطح غير مستوي فيه سهول واسعة وجبال شامخة كما يتضح من النظر اليه بنظارة بين الهلال والبدر وبعد فبري الخط الفاصل بين الجزء المنور والجزء المظلم غير مستقيم بسبب مروره على مرتفعات ومنخفضات وفي القسم المظلم نقط منورة في رؤوس جبال يقع عليها نور الشمس قبل وقوعه على الاقسام السفلى (انظر الصورة الثالثة والرابعة)

ان كثيرين من علماء الهيئة من عصر جاليليو فناناً لا رصدوا سطح القمر بواسطة نظارات مختلفة القوة ورسما صورة ما شاهدوه على قرطاس منهم هيبليوس . اشتهر خارطة القمر سنة ١٦٤٧ والاب رمشيولي من بولونيا طبع خارطة القمر سنة ١٦٥١ وفي دون خارطة هيبليوس ونحو سنة ١٦٧٨ طبع دومنيكوس كاسيني خارطة القمر قطرها ١٢ قدماً فرانسوا وبيا غيراته عين فيها اقساماً قليلة العدد بالنسبة الى قطرها . ثم صنع طوييا ما بر خارطة للقمر جيدة جداً وجدت بين تركت وطبع ١٧٧٥ اي ١٢ سنة بعد وفاته ونفيت تلك الخارطة وحدها للاعتقاد عليها في تخطيط القمر حتى شرع يير وميدلر بعمل خارطتها سنة ١٨٢٠ واشهرها مع كتابها في القمر سنة ١٨٢٧ وعيناً فيه ٢١٢ محلاً وعلو ١٠٦٥ جبلاً والخارطة في هذا الكتاب مختصة عن خارطتها (انظر صورة ٢) والعلامة شمدت مدير مرصد اثينا قد صنع خارطات لبعض اقسام القمر على قطرها اقدم فرانسوا وبيا بناء ان يجمعها خارطة واحدة عند تمامها والدكتور ديريير من نيويورك اخذ فوتوكراف القمر سنة ١٨٤٠ وبين ١٨٥٠ و١٨٥٧ تصور القمر بالفوتوكرافيا عدة مرات عن يد البادري سكي في رومية وارنولد في فرنسا ودلاريو ومنس وغيرها في انكلترا وافضل فوتوكرافات القمر هي شغل المعلم روترفورد من نيويورك من ١٨٦٥ فصاعداً

عند النظر الى القمر بنظارة ترى ستة اشياء يحق لها الاعتبار (١) السهول الزرق المسماة سابقاً بجاراً (٢) سلاسل جبال وتلول وشعاب (٣) كووس جبال براكين منطقة (٤) الوديان (٥) الشقوق

أو الفيزر (١) الرحلات

(١) السهول الزرقاء المسماة سابقاً بجوراً لزعمهم انهم مجتمعات مياه ومع ان هذا الزعم قد بطل لم تنزل هذه التسمية وهي مزرقة اللون مرتفعة عن استواء سطح القمر مثل الصحاري والمفازات على سطح الارض وفي الغالب تحيط بها جبال عالية وهذه اسماؤها بالاشارات الدالة عليها في الخارطة

A . بحر الانواء	M . الخليج الاوسط
B . " هبولت	N . خليج الحر
C . " الزهرير	O . بحر الفيوت
D . بحيرة الموت	P . خليج قوس قزح
E . " النوم	Q . اوقيانس العواصف
F . اجرة النوم	R . خليج الندى
G . بحر الهدو	S . بحر الفيوم
H . " الرهو	T . " الرطوبات
I . اجرة الفيوم	V . " الرحين
K . " الشاة	X . " المنصب
L . بحر الانجرة	Z . " الجنوب

(٢) سلاسل جبال وهضاب . هي مختلفة الشكل منها طويلة ممتدة الى طول عظيم ومنها منقطعة بقطعها وديان وشعب ومنها هضاب متعجة وفي بعض المحال جبال منفردة طالعة من السهول وكل جبال القمر او على جانب واحد ما هي على الآخر مثل سلاسل الجبال على الارض وذلك دليل على انها قد ارتفعت عن استواء بقوة داخلية ناهضة الصفائح وثقلص القشرة المبردة عند جمودها

(٣) كووس البراكين . هي كثيرة جداً اكثر جبال القمر من هذا النوع وهي اما مرتفعة عن استواء سطح القمر واما منخفضة تحت استواء سطحه وفي وسط بعض الكووس تلول مخروطية الشكل مثل هيئة البراكين الارضية غير ان الكووس اكبر جداً من كووس البراكين الارضية وبعضها مثل سهول تحيطها جبال شامخة على شكل حلقة ترى رؤوسها المنورة في القسم المظلم وكثيراً ما نشاهد الحلقة منورة بكاملها ووسطها ظلام حالك ونارة ترى في ذلك الظلام الاوسط نقطة صغيرة نيرة في راس المخروط المشار اليه صاعد من اسفل الكاس بصية نور الشمس وتلك الجبال برى ظلها ممتداً عنها نحو القسم المظلم والظل اطول او اقصر بالنسبة الى علو الجبل وارتفاع الشمس فوق افقها كما نرى على الارض والهيئة المحاذية تدل على انها تكونت من هيجان براكين وسكونها مراراً عديدة على

التعاقب مع انه الآن لا اشارة الى بركان هاتج في القمر
(٤) الاودية هي مثل الاودية الارضية منها كبيرة طويلة ومنها صغيرة قصيرة واقعة بين

الجبال والشواخ

(٥) اما الشقوق او الفزرق قد شوهد اكثر من ٥٠٠ منها وهي تقطع السهول والجبال وبعضها
يخفي على جانب سلسلة ثم يظهر على الجانب الآخر كأنه مرتحتها على شكل دهلز ونسبها بعضهم الى
نقص القشرة الحامية السطحية عندما بردت

(٦) اما الزحلات فهي مثل شقوق مسدودة كأنه انشق سهل او جبل في وسطه وهبط قسم
بدون ان يبعد عن شقيقه فتكونت عتب وشواخ كما برى في الجبال الارضية وما يجنى له الاعتبار
المخطوط البيض التي ترى في البدر خارجة مثل شعاع من عدة مراكز مثل الجبل المسمي فيخبراهي
وكوبرنيكوس وكبلر وغيره على سهول وجبال ووديان وشقوق على حذو سوى وقد علوا عنها باراء
كثيرة والا قرب انها شقوق في القشرة امتلأت مادة مصهورة من اسفل ثم بردت

بما ان النظارة الفلكية تلب المرئيات فخارطة القمر مصورة متقلبة عن هيئة الخارطات الارضية
اي ثمالها اسفلها وجنوبها اعلاها ويمتها شرقها ويسارها غربها فانقسمت الى اربعة ارباع (١) ربع
الشمال الغربي بين الغرب والشمال اي بين يسار الخارطة واسفلها (٢) ربع الشمال الشرقي بين اسفل
الخارطة ويمتها (٣) ربع الجنوب الشرقي اي بين اعلى الخارطة ويمتها و (٤) ربع الجنوب الغربي بين
اعلى الخارطة ويسارها ولندكر هنا اشهر المواضع المعينة على الخارطة على ترتيب هذه الارباع والاعداد
في المتن توافق الاعداد على الخارطة

الربع الاول الشمال الغربي

بجر الانواء A هو اول البقع الزرق التي تشرق عليها الشمس بعد الاقتران برى جتنا خمسة
ايام بعد التوليد او ٢ ايام بعد البدر عندما يمر به الحد بين القسم المنور والقسم المظلم فتري ظل
بعض جباله على جانب الشمال الشرقي طوله نحو ١٧٠٠٠ قدم وهذه البقعة طولها شرقا وغربا
٢٤٥ ميلا ومن الشمال الى الجنوب نحو ٢٨٠ ميلا . سطحها منخفض تحت مساواة سطح بحر الخصب
وبحر الهدو وفي السهل عدة براكين صفراء اكبرها (٤) بيكارد . والى الشمال من هذا السهل

(١٢) كلوميدس سهل محاط بجبال قطره ٧٨ ميلا

(٢٢) قووس سهل محاط بجبال طوله ١١٠ اميال في وسطه جبل عالي

(٢٧) اندميون سهل محاط بجبال قطره ٧٨ ميلا وطوله بعض الجبال المحيطة به ١٥٠٠٠

قدم . برى جتنا ٢ ايام و ٧ ساعات بعد الاقتران او يومين و ٩ ساعات بعد الاستقبال

(٢٨) اطلس عرضة ٥٥ ميلاً علو بعض رؤوسه ١١٠٠٠ قدم
 (٢٩) مركولس او مرقلس عرضة ٤٦ ميلاً هذا الزوج يرى خمسة اوسنة ايام بعد الاقتران
 او $\frac{1}{3}$ ايام بعد الاستقبال
 بحر مبولدت (B) مساحة نحو نصف مساحة بحر الانواء وعلو بعض الرؤوس على المحيطه
 ١٦٠٠٠ قدم

(٥١) جبل طوروس سلسلة عالية فيها
 (٥٢) رومركاس بركان عرضة ٢٦ ميلاً وعمقه ١١٦٠٠ قدم
 (٥٤) بوسيدونيوس سهل محاط بجبال عرضة ٦٢ ميلاً
 (٥٨) جبل ارجيوس سلسلة قصيرة لها ظل مخروطي عند الشروق لاسيما عند شامق في
 وجهه الشمالي الشرقي. يرى ٤ ايام ٢١ ساعة بعد الاقتران
 (٥٩) مكرويوس عرضة ٥٢ ميلاً منخفض نحو ١٢٠٠٠ قدم
 (٦٠) بروكلوس ذوحلقة انورنط القمر الا (١٤٨) تنفرع منه خطوط لامعة رؤيتها عسرة
 (٦١) افلينيوس حلقة قطرها ٢٢ ميلاً فيها مضاب كثيرة
 (٧٠) ميللوس كاس عمقه ٦٦٠٠ قدم حلقة نيرة جداً في البدر
 (٧٤) لئي اولناوس كاس صغير عميق يقتضي رصد لزعم البعض انهم شاهدوا فيه دلائل
 تغير من وقت الى وقت

(٧٥) جبل قاف سلسلة ذات رؤوس علو بعضها ١٨٠٠٠ او ١٩٠٠٠ قدم ظلوها حسنة
 المنظر وكووس في مجاورتها نادرة

(٧٧) اقدوكسوس و (٧٨) ارستطاليس زوج حسن لا برآن في البدر
 (٨٠) جبال الباسلسلة طويلة علو بعض رؤوسها ١٤٠٠٠ قدم بخرقها وادى مخروطي الشكل
 طوله ٨٢ ميلاً عرضة بين $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{3}$ اميال علو جوانبه ١١٠٠٠ قدم وبقرب هذا الوادي مساحة
 كثيرة المضاب والثلول عد منها يبروميدلر ما بين ٧٠٠ و ٨٠٠

(٨٢) ارستلس كاس عرضة ٢٤ ميلاً وعمقه ١١٠٠٠ قدم في وسطه جبل

(٨٤) افنوليكس مثل (٨٢) او اصغر منه قليلاً

(٨٥) جبال ايبين سلسلة طولها نحو ٤٦ ميلاً جانبها الجنوبي الغربي يرتفع تدريجاً وجانبها
 الشمالي الشرقي يهبط بغتة فيرمي ظلاً طوله ٨٢ ميلاً واطلى رؤوسها (٩٠)

(٩٠) هيرجنس ارتفاعه ١٩٠٠٠ قدم وفيه عدة رؤوس منها (٨٧) مادلبي ارتفاعه

١٥٠٠٠ قدم و (٨٩) برادلي ١٢٠٠٠ قدم و (٩٢) ولف ١١٠٠٠ قدم يرى نحو الربع الأول
(٩٣) هيجينوس فيه شق عميق سمي شق هيجينوس واقع في بحر الابجرة (L) طوله نحو ١٠٦
اميال . حكي بعضهم باختلاف الوان في ذلك القسم من وقت الى وقت والى غربه شق ارباديوس
طوله نحو ١٢٥ ميلاً

(٩٥) منايوس كاس قطع ٣٥ ميلاً عمقه ٧٧٠٠ حلقته ذات رؤوس كثيرة نيرة
(٩٦) يوليوس قبصر (٩٨) بسكوفتش عميقان مظلمان
(٩٩) ديونيسيوس (١٠١) سيلبرشلاغ حلقتان نيرتان
(١٠٤) ريتيكوس كاس غير منتظم واقع على خط القمر الاستوائي تماماً وهو على الطرف
الجنوبي الغربي من الخليج الاوسط (M) فقد تكون الشمس والقمر في سمت الراس له

الربع الثاني ربع الشمال الشرقي

(١٠٦) شريوتر كاس حلقته غير نامة وهو في قسم سهوله نيرة واودية مزرقة
(١١٠) اراتوسنس عرضة ٢٧ ميلاً
(١١١) سناديوس عرضة ٤٢ ميلاً تصل بينها سلسلة ارتفاعها ٤٥٠٠ قدم
(١١٢) كوپرنيكوس كاس من اكبر كؤوس القمر عرضة ٥٦ ميلاً في وسطه جبل علوه
٢٤٠٠ قدم وعلى حلقته رؤوس طوبعضها ١٣٥٠ قدم وبين (١١٠) و (١١٢) ٦١ كاساً صغيراً
واضحة وبعضهم قد عد فيه ٢٠٠ كاس . ينبغي ان يفتش عليها والشمس مشرقة على الجانب الشرقي
من (١١٢)

(١١٧) طوبيا ماير كاس عمقه ٩٧٠٠ قدم
(١١٨) مليخيوس نير في البدر
(١٢٠) ارخميدس سهل محاط بجبال قطع ٦٠ ميلاً ارضه منخفضة ٦٥٠ قدماً
(١٢٢) افلاطون سهل ازرق محاط بجبال عرضة نحو ٦٠ ميلاً على الجانب الشمالي من
بحر الفيوث (O) حكي بعضهم بتغير لون ارضه من وقت الى وقت
خليج قوس قزح P هو نصف دائرة سهل محاط برؤوس شاهقة مائة الى السهل بينها نحو
١٤٠ ميلاً ومن اعلى رؤوسه

(١٢٩) شارب ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم
(١٤٤) كبلر قطع نحو ٢٢ ميلاً منخفض نحو ١٠٠٠٠ قدم تنفرع منه خطوط مثل
كوپرنيكوس

- (١٤٨) ارسترخوس انوركووس القمر قطر حلقته ٢٨ ميلاً وارتفاعه على الجانب الغربي ٧٥٠٠ قدم . جهة الشرق بقدر الى ان يصير بقعة موصلة بينه وبين
- (١٤٩) هيرودوتوس كاس اصغر واوعر منه
- (١٥٠) ٤٥ ميلاً الى غربي شمال الغرب عن هيرودوتوس عدة جبال صغار يصيبها النور نحو ٢ ايام بعد الربع الاول فتبشر بقرب النور الى الجبال المذكورين فسميت جبال البشارة
- (١٥٤) هيبليوس سهل محاط بجبال قطره نحو ٧٠ ميلاً
- (١٦٨) انكساغوروس عرضة ٢١ ميلاً وهو مركز خطوط
- (١٧٦) فيثاغوروس سهل عميق منخفض على جانب الجنوب الشرقي منه نحو ١٧٠٠٠ قدم

الربع الثالث ربع الجنوب الشرقي

- (١٨٠) نيقوبراهي اوضح كووس القمر يرى في البدر بالنظر المجرد قطره ٥٤ ميلاً وعمقه نحو ١٦٦٠٠ قدم والمخروط في وسطه ارتفاعه ٥٠٠٠ قدم يرى بقرب المحد يوماً او يومين بعد الربع الاول وفي جواره كووس ومضاب كثيرة صغار وهو مركز خطوط كثيرة تنفر عنه مثل شعاع
- (١٨٧) مسودوس في شرقه شق في بحر اليوم (S)
- (١٨٩) شيفوس كاس في سهل مرتفع منخفض ٢٠٠٠ قدم عما حوله . يظن انه قد تغير بنعل بركاني منذ سنة ١٧٦٢
- (١٩٢) لونجومتانيوس حافة قطرها ٢٠ ميلاً عميقة وعلى حائطه الغربي راس ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم تقريباً
- (١٩٣) كلافيوس من اكبر كووس القمر عرضة ١٤٢ ميلاً يحيطه رؤوس يبلغ علو بعضها ١٧٠٠٠ قدم وعلى هذه الحافة نحو ٢٠ كاساً واسفلها منخفض ٢٢٠٠٠ قدم اذا قيس من الراس المذكور
- (١٩٥) ماجينوس منخفض ٤٠٠٠ قدم يرى بعد الربع الاول قليلاً ولا يرى في البدر مطلقاً
- (١٩٨) نصيرالدين يرى بقرب الربع الاول ومنه الى الشمال سلسلة كووس هاجرة القمر الاولى وهي
- (٢٠٠) ولنبوس ذوروس عالية على محيطه
- (٢٠٢) پورباخ عمقه نحو ٧٥٠٠ قدم
- (٢٠٤) ثابت عرضة ٢٢ ميلاً الى الشرق منه ما يشبه حائط مبني على الحائط الجالس

على طرفه الشمالي كاس صغير وطرفه الجنوبي فروع مثل قرني غزال . برى يوماً أو يومين بعد
الربع الأول

(٢٠٤) ارياخل عرضة ٦٥ ميلاً وطول رأس منه ١٢٦٠٠ قدم
(٢٠٥) الپراجيوس عمته على الجانب الغربي ١٢٠٠٠ قدم فلا يخلو من ظل غير خمسة
أوسنة أيام كل شهر

(٢٠٧) القنسوس عرضة ٨٢ ميلاً وفي وسطه رأس ارتفاعه ٢٩٠٠ قدم
(٢٠٨) بطليوس عرضة ١١٥ ميلاً ارتفاع بعض محيطه ١٢٨٠٠ قدم وفي وسطه نحو
٤٦ كاساً

(٢١٤) بليالديس عرضة ٢٨ ميلاً عمته ٩٠٠٠ قدم وهو في وسط عدة كووس اصغر منه
(٢٢١) افليديس واحد من الكووس التسعة المحاطة بمادة منورة اربعة منها بقرب
(٢٢٢) لاندسبرج قطر حلقة ٢٨ ميلاً وارتفاع بعض رؤوسه ٦٧٠٠ قدم
(٢٢٣) كاسندي سهل محاط بجبال عرضة ٥٥ ميلاً وبعض رؤوسه مرتفع ٩٦٠٠ قدم
فوق استواء بجزر الرطوبات T

(٢٣٩) شيكارد سهل كبير محيطه نحو ٤٦٠ ميلاً برى ٥ أو ٦ أيام بعد الربع الأول
(٢٤٦) جبال دورفل ترى بقرب حافة القمر ارتفاعها بين ٢٥٠٠٠ و ٢٦٠٠٠ قدم
(٢٥٦) نيوتون كاس غير منتظم طوله نحو ١٤٢ ميلاً وعرضه ٧٠ ميلاً وهو اعنى الكووس
وارتفاع اعلى رؤوسه فوق اسفل الكاس ٢٢٩٠٠ قدم
(٢٥٩) جبال ليبندر على حافة القمر الجنوبي
(٢٧٣) كرمالدي الجنوبي من سلسلة كووس بقرب الهاجرة الاولى طوله ١٤٧ ميلاً وعرضه
١٢٩ ميلاً اظلم كووس القمر من داخل
(٢٧٤) جبال كرددلس
(٢٧٥) جبال دي لامبرت سلسلة من معدل ارتفاعها ٢٠٠٠٠ قدم

الربع الرابع ربع الجنوب الغربي

(٢٨٨) هبارخوس عرضة ٩٢ ميلاً
(٢٨٩) البتاني سهل محاط بجبال عرضة ٦٤ ميلاً والجبال المحيطة عرضها بين ١٤ و ١٨
ميلاً هيئتها كأنها قد تحطبت بفرقات بركانية وفي الشمال الشرقي منه رأس ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم

يرى نحو ١٠ ساعات قبل الربع الأول

- (٢٩٥) ورن ارتفاع حلقته ١٢٠٠٠ قدم وفي شرقه رأس ارتفاعه ١٦٥٠٠ قدم
 (٣٠٥) أبو النداء نسبة إلى أبي النداء الحموي
 (٣٠٦) والمانون متصلان بسلسلة كووس صغار
 (٣١٠) ابن عزرا منخفض ١٤٥٠٠ قدم
 (٣١٥) جبال الناي سلسلة طويلة ارتفاعها نحو ١٢٠٠٠ قدم
 (٣١٩) ثاوفيلس قطر ٦٤ ميلاً وهو أعنى الكووس بين أعلى حلقته واستواء أرضه ما بين
 ١٤٠٠٠ و ١٨٠٠٠ قدم وارتفاع المخروط في وسطه ٥٢٠٠ قدم
 (٣٣٠) كيرلس يشبه ثاوفيلس
 (٣٣١) كاترينا أكبر الثلاثة عمقه ١٦٠٠٠ قدم ترى هذه السلسلة نحو أيام بعد الاقتران
 (٣٣٧) مسير كاسان صغيران يمتد منها شرقاً خطان غرباً الهيئة مثل ذنب نجم
 ذي ذنب

- (٣٣١) جبال برنات ارتفاعها ١٢٠٠٠ قدم
 (٣٣٧) بوردا رأس من رؤوس يرتفع دفعة واحدة ١١٠٠٠ قدم
 (٣٣٨) لانكرينوس ارتفاع حلقته ٩٦٠٠ قدم والجنوب الشرقي يبلغ ١٥٠٠٠ قدم وارتفاع
 جبال الأوسط ٥٨٠٠ قدم

- (٣٣٩) فندلينوس اصغر من (٣٣٨) قليلاً
 (٣٤٠) بتاقموس ارتفاع محيطه على الجانب الشرقي ١١٠٠٠ قدم
 (٣٤٥) فورنيرنوس إلى الجنوب من (٣٤٠)
 (٣٤٧) كاستر. إلى الشمال الغربي منه إذا وافق القابل يرى سهل واسع بقرب حافة

القمر وهو

- (٤٢٤) بحر سميت نسبة إلى الأميرال سميت واحد من فحول علماء الهيئة
 (٤٥٢) جبال وللم هبولدت على حافة القمر ارتفاعها ١٦٠٠٠ قدم
 (٤٥٨) ماوروليكوس سهل يحاط بجبال ارتفاع بعضها ١٨٠٠٠ قدم يرى بقرب الربع

الأول

- (٤٧١) بيكولوميني قطر حلقته ٥٢ ميلاً
 (٤٧٥) ريخباغ إلى الشرق منه (٤٧٣) نياندر

(٢٧٦) رقيتا بينها وادٍ عظيم

(٢٧٧) فراونهوفر على جانبيه الغربي وادٍ عرضة ٧ اميال وطولة نحو ٢١٢ ميلاً

(٢٨٥) ستيهيل من اعلى المخلفات المزدوجة عمقه ١٢٠٠٠ قدم

ولا يسعنا المتنام ذكر كل ما قد تبين من جبال وكووس وسلاسل ووديان في قمرنا

(٢٢٠) حرارة القمر. القمر يرسل من حرارته نحو الارض على طريقتين (١) بالانعكاس اي

تنعكس عنه شعاع الشمس (٢) بالاشعاع اي يعي القمر تحت حرارة الشمس ثم تُشع منه حرارة كما من جرم آخر والتميز بين هذين النوعين سهل لان الحرارة المنعكسة كينيتها كينية الحرارة الشمسية فتنفذ في نفس المواد التي تنفذ فيها حرارة الشمس اي الزجاج والهواء الرطب الخ المانعة نفوذ حرارة دون حرارة الشمس درجة وبعد امتحانات شتى بواسطة ترمويل ملوئي تحقق ان الحرارة الواصلة الى الارض من القمر شئ لا يزيد جداً لا يستحق الذكر وقد حسبها بعضهم تعدل حرارة شمعة على بعد $\frac{1}{2}$ اقدام وهي حرارة منعكسة

اما الحرارة التي تنالها القمر من الشمس في مدة ١٥ يوماً فتبلغ نحو ٥٠٠ فارنهایت وما لا يصحها القمر بل يعكسها نحو الارض نصف الكرة الهوائية حتى لا ينتهي منها الى الارض الا ما تقدم ذكره خط القمر الاستوائي مائل على دائرة البروج $\frac{1}{4}$ كما تقدم فلا يكون في القمر فصول ومن بطوره حركته على محوره بطول النهار والليل فيشتد الحر والبرد جداً

(٢٢١) رؤية الارض من القمر. رؤية جرم هي بالنسبة الى قطره رؤية الارض من القمر

$2\frac{1}{2}$ مرات رؤية القمر من الارض والمساحة ١٢ مرة مساحة القمر منظوراً اليه من الارض ومن شكل ٧٧ يوضح ايضاً ان الارض عند القمر يشغل من هلال الى بدر ومن بدر الى هلال فني كان القمر في الاقتران يكون نصف الارض المنور بالشمس متجهاً نحو القمر فيرى بدرًا ومتى كان القمر في الاستقبال تكون الارض في الهاق

احياناً يرى القسم المظلم من القمر وهو هلال رؤية غير واضحة وذلك من انعكاس النور عن الارض اليه وهذا ايضاً مع الانكسار بسبب رؤية القمر في الخسوف رؤية غير واضحة

الارض منظوراً اليها من القمر ليست لها حركة يومية من طلوع وغياب مثل سائر الاجرام السماوية بل تبقى في محل واحد من السماء وذلك لان حركة القمر حول الارض ودورانه على محوره لها مدة واحدة فالناظر من وسط قرص القمر يرى الارض في سمت الراس ابداً والناظر على حافة قرص القمر يرى الارض في افق ابداً غير ان التمايل يغير وضعها قليلاً

يرى كل سطح الارض من القمر مرة كل ٢٥ ساعة في النصف المتجه نحو الارض اما النصف

الآخر فلا ترس منه الأرض مطلقاً وكرة الهواء العالية والابخرة والغيوم تمنع رؤية الاشياح على سطح الأرض من القمر بوضوح وإن كانت كبيرة أو نجيبها تماماً

(٢١٩) أما قياس ارتفاع جبال القمر فينضح من شكل ٨٢



شكل ٨٢

لنور الشمس مماساً لسطح القمر عند و وليقع على رأس جبل في الجزء المظلم ف م فالناظر على الأرض عند ي يرى م نقطة منورة في الجزء المظلم بعيدة قليلاً عن الحد المنور ثم بواسطة مكرومتر يقيس الزاوية وي م التي يقابلها الضلع وم أما الزاوية ص م ي فهي الزاوية الواقعة بين خط من الناظر إلى القمر وآخر إلى الشمس وهي تعدل تباین القمر وي م أي بعد القمر معروف فيستعلم وم فلنا زاوية قائمة م وس والخطان وم وس أي نصف قطر القمر فيستعلم س م . اطرح منه وس او س ف يبقى ف م

س م = س و + وم اطرح س ف أي $\frac{1}{2}$ ق القمر فيبقى ف م علو الجبل
هذه الطريقة تصلح إذا كان القمر في التربيع ولا تصلح في وقت آخر ولاجل استعلام الارتفاع في أي وقت كان لنا هذه الطريقة العامة



شكل ٨٣

ليكن ي (شكل ٨٣) موقع الأرض . ارسم ي م ن عموداً على $\frac{1}{2}$ ق القمر ك س وارسم ل و عموداً على $\frac{1}{2}$ ق القمر أيضاً وارسم ل ر يوازي ون وم ي عموداً على ص م وهو طريق نور الشمس كما في الشكل السابق . فيرى ل م على طول الحقيقي إذا نظير اليه والقمر في التربيع أي والأرض عند ي مثلاً وإذا نظير اليه من ي يرى على طول ل ر بما ان السطح المار في ص م ي م هو عمودي على خط موصل بين القرنين فتعسب الدائرة ك ل د قطع القمر عمودياً على ذلك السطح

الامر واضح ان الزاوية ص ل و اول س ك = تباین القمر عن الشمس وبما ان المثلثين ل ر م ل س و منشأ بهما ل ن ل و ل س = ل ر ل م = ل ر مفسوماً على جيب التباين على افتراض $\frac{1}{2}$ ق واحداً فنستعلم س م كما تقدم

مثال ذلك . لاجل قياس ل ر (شكل ٨٤) اجعل شعرة المكرومتر غير المتحركة توازي
 اب وحرك الشعرة الاخرى من ل الى ر فيقاس بذلك رل او ارصد موضعاً بقرب ل على
 استقامة الخط ل ر وبواضبط شعرة المكرومتر المتحركة او اجعل شعرة المكرومتر الافقية على ل ر
 فلك وضع المكرومتر لنفس ي ل ر كالعادة



شكل ٨٤

بالرصد وجد ل م او ل ر $٤٠^{\circ} ٦٢٥'$ لجبل في ربع الجنوب
 الشرقي والتباين $٨^{\circ} ١٢٥'$ و $\frac{1}{2}$ ق القمر $١٦' ٢٦''$ مطلوب علو الجبل
 جيب $٨^{\circ} ١٢٥' = ٨١٧٨١٥١$ فاقسم $٤٠^{\circ} ٦٢٥'$ على ٨١٧٨١٥١
 $= ٤٨^{\circ} ٤٥'$ الزاوية التي تقابلها ل م لو نظرنا الى عمودياً فلنا $\frac{1}{2}$ ق
 القمر $١٦' ٢٦'' : ٤٨^{\circ} ٤٥' :: ١٠٨٠٠٥٠$ ميلاً (اي اميال في $\frac{1}{2}$ ق
 القمر) ل م = $٥٤^{\circ} ٢٨'$ ميلاً

$$\text{ثم } ١٠٨٠٠٥٠ + ٥٤^{\circ} ٢٨' = \text{س م} = ١٠٨١^{\circ} ٨٦'$$

$$\text{اطرح } ١٠٨٠٠٥٠$$

$$\text{ف م} = \frac{١٠٨١^{\circ} ٨٦' - ١٠٨٠٠٥٠}{١٢٦} \text{ ميل}$$

طريقة اخرى . لكن (شكل ٨٥) ق مركز القمر ي مركز الارض ش مركز الشمس واس ب د



شكل ٨٥

قطع القمر قطعاً عمودياً على ي ق وليكن
 د وس قطعاً آخر عمودياً على ق ش فيكون
 القسم من القمر المنور المنظور من الارض القسم
 الواقع بين س ب د و ملئ د وس على
 القطع اس ب د . وليكن م راس جبل اصابته
 شعاع الشمس الماسة السطح عند و وب و ف
 قوس دائر عظمية على السطح سطحها مار براس

الجبل ومركز القمر ومركز الشمس ون نقطة تقاطع هذه القوس والخط ق م من راس الجبل الى مركز
 القمر ثم لنفرض

$$\frac{1}{2} \text{ ق} = \text{ق ن} = \text{نصف قطر القمر}$$

$$\text{ب} = \text{ف س و} = \text{ي ق ا} = \text{زاوية التباين الخارجية}$$

$$\text{ي} = \text{وم} = \text{بعد مرعن و}$$

$$\text{ك} = \text{ن م} = \text{ارتفاع الجبل}$$

ل = مثنى ي على سطح اس ب د
الشعة ش و م عمودية على القطع د و س فهي مائلة على القطع اس ب د وميلها = متم
ف م و = ٩٠° - ب

$$ل = ي \times ن ج (٩٠^\circ - ب) = ي \times ج ب$$

$$\frac{ل}{ج ب} = ي$$

$$\text{وايضاً ي} = \frac{ك^2}{(٢ \frac{١}{٢} ق + ك)} \\ \text{بالمساواة} \frac{ك^2}{(٢ \frac{١}{٢} ق + ك)} = \frac{ل}{ج ب} \\ \text{وبترك ك لصغر بالنسبة الى} ٢ \frac{١}{٢} ق$$

$$(٥٢) \quad ك = \frac{ل}{٢ \frac{١}{٢} ق} \times \frac{١}{ج ب} = ن قاطع ب$$

يقاس ل بالمكرومتر اي بعد راس الجبل عن الحد المنور
يبلغ ارتفاع بعض جبال القمر ٢٢٠٠٠ قدم

(٢٢٠٠) القمر خالٍ من كنه هوائية ومن ماء ومن بخار الماء كما يتضح من عدم انحراف نجم من
موضعه الحقيقي بالانكسار اذا اخفى وراء القمر كما يحدث مراراً كثيرة



شكل ١٦

ليكن اب (شكل ١٦) حد سطح القمر وس د حد كنه الهواء المحيطة به فحسب قواعد النور
تعرف الشعاع الآتية من نجم عند ن نحو العمودي والناظر عند ي يرى النجم الى جهة ي ن فيكون
قد اخفى وراء القمر ولا يزال ظاهراً وعند خروجه من وراء القمر على الجانب الآخر يكون قد خرج
بالظاهر وهو بالحقيقة باقٍ خلفه فيقتصر بذلك منه الاختفاء عما يجب باعتبار قطر القمر فضلاً عن
تخفيف نوره عند مرور الشعاع منه في الكنه الهوائية ولا يحدث شيء من ذلك مطلقاً

لو كان للقمر هواء كثافته مثل كثافة هوائنا على مساواة سطح البحر لما اخفى النجم مطلقاً لانه كما
رأينا سابقاً الشمس في الافق تُرفع بالانكسار ٢٤' وقطرها ٢١' و١/٢ قطر القمر ١٦' فكان النجم يخرى
٢٤' عند احتجابها و٢٤' عند خروجها اي ٦٨' فكان يظهر مثل حلقة نيرة حول قرص القمر

المظلم . وتضع ذلك بتغطية بلورة نظارة الأجلنة منها وترجع القطعة العينية ثم اذا توجهت الى نجم وأمرت عليه تدريجاً يصدر نوره أولاً قوساً ثم حلقة تامة

الفصل السادس

في اضطراب حركات القمر

(٢٢١) فلك القمر ليس دائرة حقيقية ولحركات اضطرابات كثيرة يقتضي معرفتها لكي نستطيع ان نحسب موقع القمر في وقت مفروض ولا يسعنا المتعام تفصيل كلها بل نذكر اعظمها فقط



(٢٢٢) من علم هذه الاضطرابات جاذبية الشمس فلو كانت الشمس ابعد كثيراً مما هي عن الأرض والقمر لفعلت بالقمر والأرض على التساوي ولم يحصل منها اضطراب وبما انها ٤٠٠ مرة ابعد من بعد القمر فلجاذبيتها فعل ظاهر بتغيير حركة القمر فمتى كان القمر بالاقتران تزيد جاذبية الشمس له على جاذبية الأرض له على نسبة ٤٠٠ : ٢٩٩ فيقل عطف القمر نحو الأرض ومتى كان القمر في الاستقبال يجذب الشمس الأرض أكثر مما تجذب القمر على هذه النسبة نفسها فيعطف عطف القمر نحو الأرض ايضاً ومتى كان القمر في التربيع تجذب الشمس على خط مائل قليلاً على خط جاذبية الأرض له فاذا انحلت قوة جاذبيتها يرى ان بعضها فاعل لزيادة عطف القمر نحو الأرض . وقد حسب التقليل عند الاقتران والاستقبال $\frac{1}{18}$ من الكل والزيادة عند التربيع $\frac{1}{18}$ من الكل وفضلها $\frac{1}{36}$ اي عطف القمر نحو الأرض يقل بجاذبية الشمس له $\frac{1}{36}$ من كونه دور في فلك اوسع مما كان لولا ذلك

شكل ٨٧

(٢٢٣) ليكن ا ب س د (شكل ٨٧) فلك القمر وي

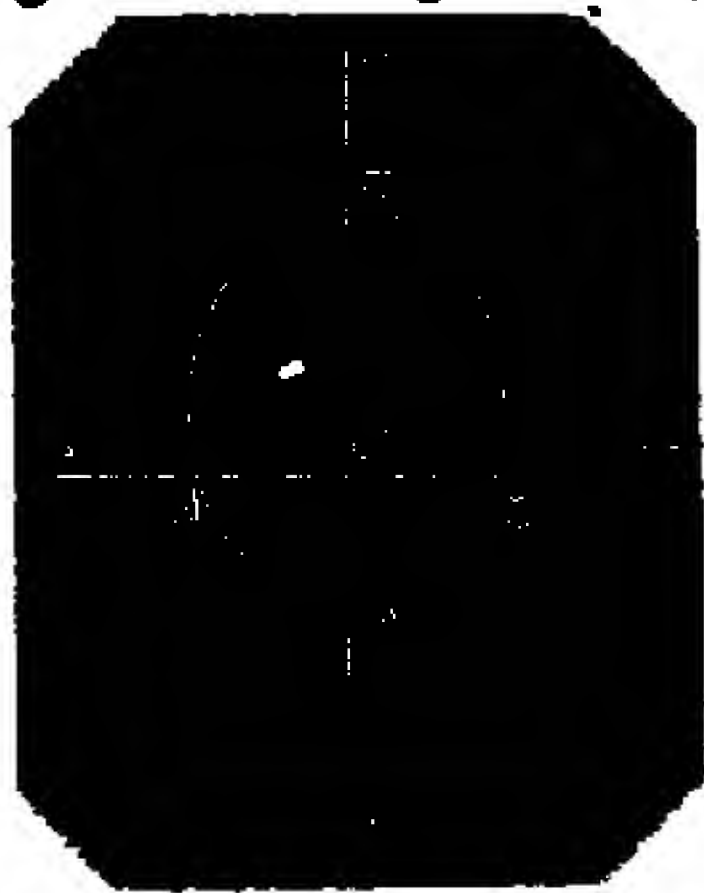
الأرض وليكن الشمس عند ض والقمر عند م وليكن ي ض مناسباً لجاذبية الشمس للأرض ثم حسب فلسفة ض م^٢ : ض ي^٢ : ض ي^٢ = جاذبية الشمس على م الى جهة م ض . اجعل

م غ = $\frac{ق}{م}$ وارسم م ف يعدل ي ض ويوازن وفي الشكل م ف غ ح وحل قوة م غ الى م ف م ح ثم بحيث ان القسم م ف = ي ض ويوازن اي يعدل جاذبية الشمس للارض وها الى جهة واحدة فلا اضطراب منه اما القوة المغيرة حركة م وي بنسبة احدها الى الاخر في القسم م ح وهذا الخط يختلف وضعاً وطولاً باختلاف موقع م وعلى كل حال ينحل الى ما يفعل ماسياً وما يفعل قطرياً. ارسم م و ماساً لفلك القمر وي م بين الارض والقمر فيحل م ح الى قوة قطرية م ر تزيد عطف القمر نحو الارض او تقله وم و قوة ماسية تسرع حركة القمر وتؤخرها. في هذا الرسم وضع م ح بحيث يزيد م ر عطف القمر نحو الارض وم و يسرع الحركة. عند التربيع يفعل م ر نحو ي وعند الاقتران والاستقبال تجذب عن ي وم و في الربع د ا و ب س يسرع الحركة وفي ا ب و س د يؤخرها

(٢٢٤) بسبب اضطرابات حركة القمر لا يستعمل موقعة الحقيقي الا باصلاحه لاجل هذه الاضطرابات بواسطة معادلاتها ومنها

اولاً معادلة المركز كما تقدم من جهة الشمس اي الفرق بين فلك القمر ودائرة حقيقية ومعظم هذه المعادلة $17' 13''$ للقمر وهي للشمس اقل من $2''$

(٢) الثانية معادلة الاعتساف وهي معادلة اضطراب المباشرة بواسطة جاذبية الشمس معظمها $20''$ وهي تقلل معادلة المركز في الاقتران والاستقبال وتزيد ما في التربيع الاول والرابع فتزيد طول القمر الاوسط او تقله $20''$ كما تقدم حكى بها اولاً هرخوس وكشفها بطليموس ومدتها ٢١ يوماً $19' 20''$ وهي حادثة بالقوة م ر (شكل ٨٧)



شكل ٨٨

ليكن ف ح الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب للقمر (شكل ٨٨) وي الأرض ولنفرض الشمس في جهة ا فيكون ا س الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب والخطان متوازيان وانعطاف القمر نحو ي يقل عند ف

وح كما تقدم والتقليل عند ف اقل من التقليل في مكان آخر من فلكه لانه عند ف تكون الفضلة بين ا ي و ا ف على اقلها وعند ح تقلل اكثر من التقليل في مكان آخر من فلكه لان فضلة ا ي ا ح حيث ان على معظمها فتبعد ف عن ي اقل وتبعد ح عن ي اكثر من سائر اجزاء فلك القمر ومكانا لو كانت الشمس في جهة س فتي وافقت جهة الشمس الخط الموصل بين نقطة الرأس

والذنب تكون هليجية القمر على معظمها

ثم لنفرض الشمس في جهة د او ب اي ان الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب يمر بالتريع فيزيد انعطاف القمر نحو الارض عند ف وح كما هو الحال في الترييع ابداً غير ان هذا الانعطاف على اقله عند ف بسبب قوة ميل ف ب على ي ب وعند ح على معظمه بسبب زيادة ميل ح ب على ي ب فيكون ح ي بالنسبة الى ف ي اقل منه في وضع آخر فتكون الهليجية على اقلها اذا وافق الخط الموصل خط الترييعين

(٢) معادلة السرعة من قبل اختلاف سرعة حركة القمر معظمها ٢٢' ومدتها نصف دورة قانونية اي ١٤ يوماً و ١٨ ساعة وهي حادثة عن القوة المماسية وم (شكل ٨٧) فمن د الى ا توافق حركة القمر فتسرعها ومن ا الى ب تؤخرها ومن ب الى س تسرعها ومن س الى د تؤخرها. كان يظن انها من ب الى س تاخر بسبب جاذبية الشمس الى الراء غير ان القوة المضطربة هي اضافية لمطلقة اي من ب الى س تجذب الشمس القمر اقل مما تجذب الارض فالنتيجة كانتها لم تفعل بالارض بل دفعت القمر الى الجهة المتقابلة اي نحو س فيسرع القمر ويبطو على التعاقب بين ترييع وترييع ومعظم الاختلاف عندما يكون على نحو ٢٥' من الترييع ب ود. نسب بعضهم كشف هذا الاضطراب الى نيخوبراي وبعضهم الى ابي الوفاء في القرن التاسع وهو الاضطراب الاول الذي علل عنه اسحق نيوتون بالجاذبية العامة

(٤) المعادلة السنوية اي اختلاف سرعة الارض في نقطة الرأس والذنب معظمها ١٠' ١٠"

(٥) خامساً المعادلة الاختلافية علنها اختلاف جاذبية الشمس للقمر بين نقطة الرأس والذنب معظمها ٢'

(٦) المعادلة القرنية اي اسراع حركة القمر بتقليل هليجية فلك الارض الحادث مرة اقران متتابعة كما تقدم ومعظمها ١٠" كل ١٠٠ سنة. هذه المعادلة اكتشفها اولاً المعلم هالي من مقابلة كسوفات رصدتها الكلدانيون في بابل ق م ٧٢٠ و ٧١٩ مع كسوفات رصدها علماء العرب في القرن الثامن والتاسع. وقد كشف هانس في هذه السنين الاخيرة معادلتين اخريين من قبيل فعل الزهرة بالاستقامة وبغير استقامة في القمر

ومعادلات اخرى الى ٦٠ معادلة اكثرها صغاريوبها يستعمل موقع القمر بدون خطأ يزيد عن ٢"

(٢٢٥) العتدنان ليستا ثابتين بل تتقلان من الشرق الى الغرب ١٩' ٢٥" كل سنة

فتعودان الى مكانها الاول في ١٨٦ سنة فان رصدنا النقطة التي فيها يقطع القمر دائرة البروج هذا الشهر وكان ذلك بقرب نجم ما فبعد في الشهر الآتي انه يقطعها الى غربي ذلك النجم فيقال ان

العقدتين تدبران على دائرة البروج وسبب ذلك جاذبية الشمس للقمر بالوزن من قبل ميل فلك القمر على دائرة البروج

ليكن ق ن (شكل ٨٩) قوساً من دائرة البروج و ا ب قوساً من فلك القمر والعقدة النازلة



شكل ٨٩

عند ن فتمت كان القمر عند ل فتمجذبة الشمس وهي في دائرة البروج على خط مائل على ق ن وتعمل هذه الجاذبية الى قسم عمودي على ق ن وقسم يوازيه فليكن ل م القسم العمودي اي فيحرك القمر بهذا القسم من جاذبية الشمس بينما يستمر على ل ر فيتحرك في ل س الذي يقطع دائرة البروج في ن ثم بعد مروره بالعقدة تحرك القسم المشار من جاذبية الشمس على ت د بينما يستمر على ت ك فيتحرك في ت ص وهو اذا اخرج يقطع دائرة البروج في ن فتتقعر العقدة عند اقتراب القمر اليها وعند ذهابها منها

وهذا التقعر يحدث اذا كان القمر في النصف من فلكه الاقرب الى الشمس وفي النصف الآخر تنعكس حركة العقدتين اي تتقدمان غير ان الاولى اكثر من الثانية فيدبران كما تقدم

(٢٢٦) الخط الموصل بين نقطة الاوج والمحضيض من فلك القمر يتقدم اي يتقل من الغرب الى الشرق والعلة كما تقدم في تقدم الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب للارض فجاذبية جسم خارج فلك سيارته هذا الفعل ابداً وهذا الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب للارض يتقدم قليلاً جداً كما ذكر اما في القمر فلشدة اضطرابه بسبب جاذبية الشمس يتقدم الخط الموصل بين الاوج والمحضيض ٢٠ كل شهر نحوي ويدور دورانا كاملاً في نحو ٩ سنين)

(٢٢٧) مدة دوران الشمس من احدى العقدتين الى ان تعود اليها ايضاً سميت دورة النقطة القانونية وهي اقصر من السنة النجمية ومدتها ٣٤٦ ١/٢ يوماً تقريباً ، لان العقدة تتقل غرباً كل سنة ١٩' ٢٥'' كما تقدم فتصل اليها الشمس قبل تكميل دورتها الكاملة بالوقت اللازم لكي تمر على ١٩' ٢٥'' واذ تحرك الشمس كل يوم درجة تقريباً تكون مدة دوران النقطة ٢٦٥ - ١٩ = ٢٤٦ وبالتدقيق ٢٤٦ ٦١ ١٨٥١ يوماً والوقت من اقتران الى اقتران او من استقبال الى استقبال

= ٢٩' ٥٣٠ ٥٨٨٧ يوماً وفي ١٩ دورة للنقطة ٢٢٢ من هذه المدات تقريباً

لان $٦٥٨٥' ٧٨ = ١٩ \times ٣٤٦' ٦١٩٨٥١$

و $٦٥٨٥' ٢٢ = ٢٢٢ \times ٢٩' ٥٣٠ ٥٨٨٧$

فلو اتفقت الشمس والقمر معاً من احدى العقدتين فبعد عودة الشمس اليها ١٩ مرة
اي بعد ما تمر على تلك النقطة ١٩ مرة يكون القمر قد دار ٢٢٢ دورة قانونية فملتقيان حيث
عند تلك النقطة ثم تدورا ايضاً كما تقدم واذ كان حدوث الخسوف والكسوف متعلقاً بنسبة الارض
والقمر والشمس الى احدهما من هاتين النقطتين فيعودان على ترتيب واحد تقريباً . فعودة الشمس
الى العقد بعد ١٩ دورة قانونية اي في ١٨ سنة و ١٠ ايام او ١١ يوماً قد سُميت مدتها عند
القدماء سنة صاروس وعلى موجبها كان الكلدانيون وغيرهم من القدماء يحسبون الخسوف والكسوف
للمستقبل لانه ان عرفنا ١٨ سنة بعرف وقت وقوعها ايضاً باضافة ١٨ سنة و ١ ايام الى ذلك
الوقت او ١٨ سنة و ١١ يوماً كما سيأتي

(٢٢٨) قد وجد واحد من القدماء اسم ميتون ان القمر يدور ٢٢٥ دورة قانونية في ١٩

سنة اعتدالية فيقع الاقتران والاستقبال في وقت واحد في مدة كل ٩ اسنة اي ان وقع الاقتران في اليوم
الخمس من الدور مثلاً يقع في ذلك اليوم نفسه بعد ٩ اسنة واهل اثينا اعتمدوا على هذا الحساب لتحسين
الاعبياد والملاعب وهم جراً في ٤٢٢ والاعداد الدالة على هذه السنين كُتبت باحرف ذهبية على
حيطان هيكل مينرغا في اثينا فسميت الاعبياد الذهبية فالعدد الذهبي هو العدد الدال على السنة
من دور ميتون فالعدد الذهبي لسنة ١٨٧١ هو ١٠ ولسنة ١٨٧٢ هو ١١ ولسنة ٧٢ = ١٢ ولسنة
٧٤ = ١٣ وهم جراً

ان ١٩ سنة شمسية تقتصر عن ٢٢٥ شهراً فمراً بمقدار ٢' ٤٢ ثقتعود اوجه القمر في الايام
التي حدثت عليها قبل المدة ١٩ غير انها تناخر ٢' ٤٢ ثقت

السنة الشمسية تارة ٢٦٥ يوماً وتارة ٢٦٦ يوماً كما تقدم ذكره ودور ١٩ سنة اعتيادية ليس على
طول واحد دائماً لانه قد تكون فيه ٤ سنين كيسة وقد تكون فيه خمس سنين كيسة اي تارة ٦٩٤٠
يوماً واخرى ٦٩٣٩ يوماً فتارة يزيد عن ١٩ سنة فلكية ربع يوم تقريباً واخرى يقصر عن ١٩ سنة
فلكية اكثر من ٤ يوم فاذا اعتمد على ٤ ادوار كل دور ١٩ سنة اعتيادية يزيد ثلاثة منها عن السنة
الاخيرة الفلكية اقل من ربع يوم والرابع يقصر من تلك السنة الفلكية نحو ٤ يوم ومجمل الادوار الاربعة
(كل دور ١٩ سنة اعتيادية) يعدل اربعة ادوار كل دور ١٩ سنة فلكية وهذا الدوراي ٤×١٩

= ٧٦ سني دور كلبوس

ولاجل الحساب الكنائسي يوم قمر وهي دائري في فلك القمر الحقيقي بحيث تتفق اوجهه في دور
 ١٩ سنة اعيادية كما تتفق اوجه القمر الحقيقي في دور ١٩ سنة فلكية فسمي القمر الكنائسي وعمر
 القمر الكنائسي في اليوم الاول من السنة هو زيادة السنة الشمسية على القمرية وهذه الزيادة سميت
 الايافة فاذا عُرِف عمر القمر في اول يوم من السنة اي الانافة للسنة الاولى من دور مبتون تُعرف لكل
 سنة منه وبما ان دور مبتون ابتداء الحساب منه في ١٦ تموز سنة ٤٣٢ ق م و ٧ و ٤٣ ب ظ فيكون
 اتفاق الانافة والدور على هذا النسق

سنة الدور ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩

الانافة ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨

الحرف الاحدية - قد جرت العادة ان نعين ايام الاسبوع بواسطة حرف من الحرف

الرومانية وتوضع A لليوم الاول من السنة اي

G F E D C B A

٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١

فاذا كان اول السنة يوم الاحد يكون الحرف الاحدي A واذا كان الثلاثاء اول السنة
 يكون F الحرف الاحدي واذا كان الاربعاء اول السنة يكون E الحرف الاحدي وسوف اذكر
 كيفية استعمال الحرف الاحدي والانافة وفائدة ذلك لمعرفة مواقيت بعض الاعياد في فصل
 مضاف الى آخر هذا المؤلف ان شاء الله لان كل ذلك من التلائل والمشاجرات الاكبركية التي
 لا تستحق الالتفات اليها في هذا السياق

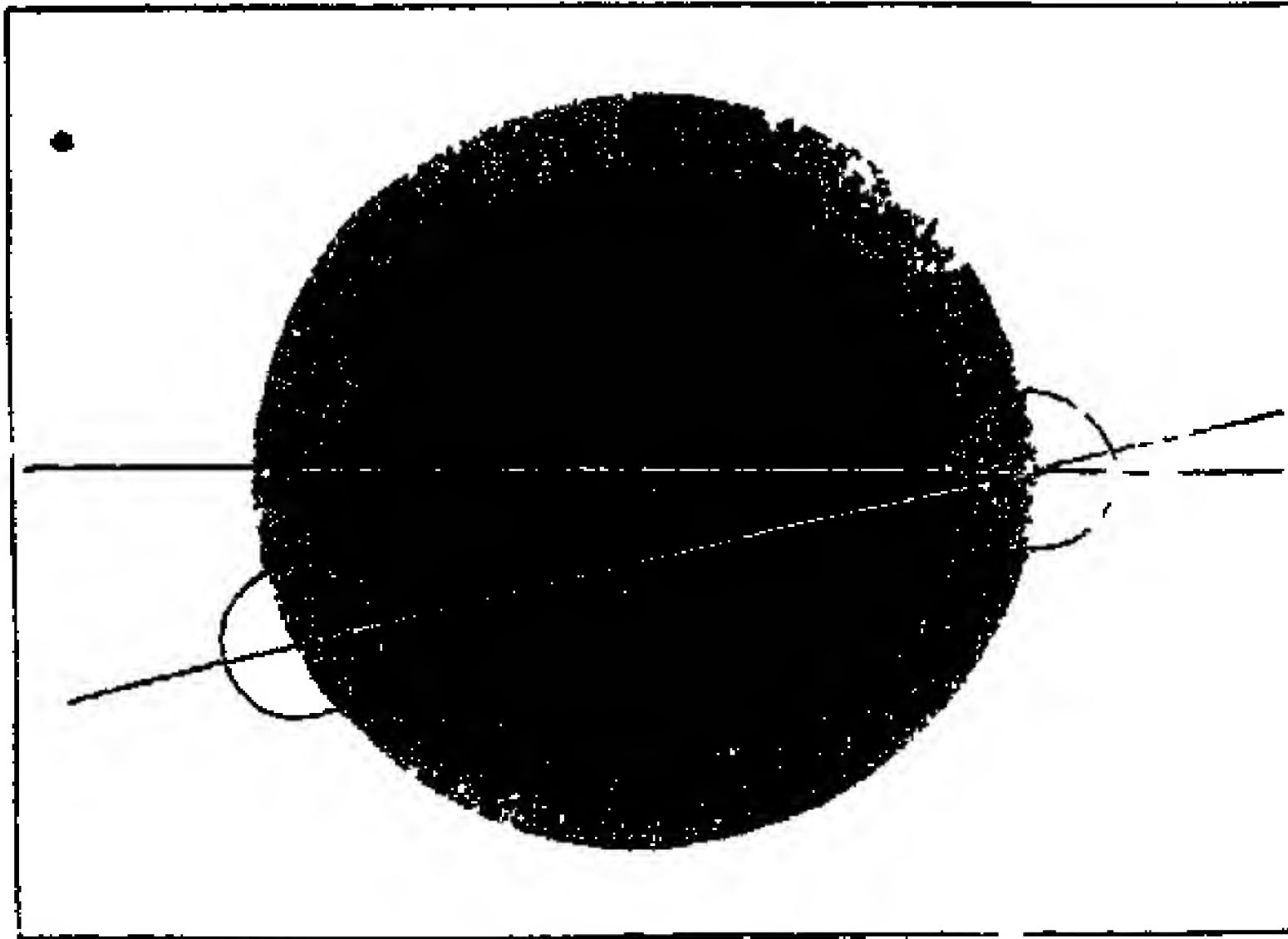
(٢٢٩) هذه بعض اضطرابات حركات القمر والمعادلات لاصلاح حساب موقعها وهي
 مدونة في الزيجات ومنها ما يقتضي طرحها ومنها اضافتها وهو عمل طويل مل من جمع وطرح
 وضرب وفي ادى الزيجات ما ينوف عن ٦٠ معادلة لاصلاح حساب موقع القمر وهذا العمل الطويل
 تغنيانا عنه الجداول السنوية المطبوعة المعروفة بالمنهاج

(٢٣٠) اضطرابات حركات القمر تنقسم الى قسمين الاول اضطرابات مدة قصيرة مثل
 الاعساف واختلاف سرعة حركته بين الاقتران والاستقبال والتريعين لانها تحدث في كل مدة
 قصيرة والثاني اضطرابات دورية اي التي تحدث في مدات بعيدة منها المعادلة الدورية المذكورة انما

الفصل السابع

في الكسوف والخسوف

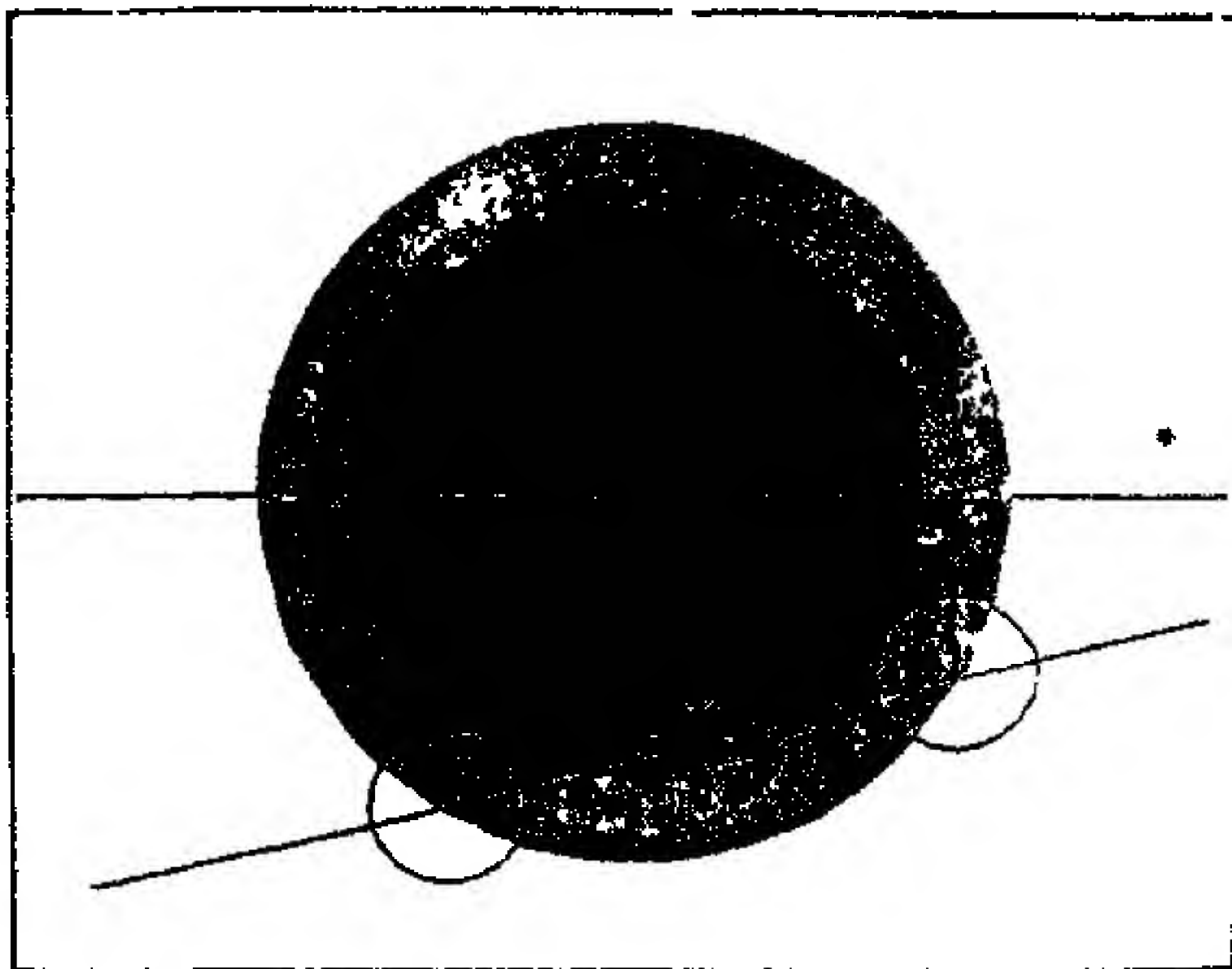
(٢٢١) يخسف القمر عندما يتبع في ظل الأرض وتكسف الشمس عندما يتوسط القمر بينها وبين الأرض فيقع ظل القمر على الأرض فلا يمكن ان يحدث خسوف الا عند الاستقبال ولا كسوف الا عند الاقتران ولو كان فلك القمر وفلك الأرض في سطح واحد لحدث كسوف عند كل اقتران وخسوف عند كل استقبال لو قوع ظل الأرض والقمر في سطح واحد وهو سطح فلكها وكلا الظلين



شكل ٩٠ خسوف كامل

اطول من بعد القمر عن الأرض وقد تقدم ان فلك القمر مائل على فلك الأرض نحو 5° فبني كان القمر متوسطاً بين العقدتين يكون ميل مركزه 5° عن محور ظل الأرض الذي هو في دائرة البروج ابناً ومعظم نصف قطر هذا الظل على بعد القمر $\frac{1}{2}$ فقط كما ستعلم ونصف قطر القمر $\frac{1}{2}$ تقريباً فلا يطبق احدها على الآخر ولا يدخل احدهما في ظل الآخر الا متى كانت الشمس وقت الاقتران عند او قرب احدي العقدتين للقمر ويدوران الشمس في دائرة البروج تقع كل سنة في كل نقطة من تلك النائرة فقد يتفق وقوع الاقتران والاستقبال في كل جزء من تلك النائرة وان يتعاضدا

كانت الشمس تجاه العقدة الصاعدة والنازلة او متى كانت بينهما وبينها ٩٠° او في اية نقطة كانت بين هذين الموضعين والشمس تمر بالعقدتين في نقطتين متقابلتين من دائرة البروج اي في فصول متقابلة من فصول السنة او شهور متقابلة فلذلك نرى غالباً خسوفات وكسوفات تحدث في شهور متقابلة اي ان حدث خسوف او كسوف في كانون الثاني مثلاً نتظر وقوعه ايضاً في تموز وان حدث في اذار نتظره ايضاً في ايلول وسميت هذه الشهور المتقابلة (شهور العقدتين) بسبب تقهرها كما تقدم تتغير هذه الاشهر من سنة الى سنة



شكل ٩١ خسوف جزئي

(٢٢٢) لو كان جرم الشمس يعدل جرم الارض لكان ظل الارض اسطوانة ولكونها اكبر من الارض كثيراً يكون ظل الارض مخروطاً قاعدته الارض ورأسه ومحوره في دائرة البروج ايها والامر واضح ايضاً ان هذا الظل يطول اذا بعدت الشمس عن الارض ويقصر اذا قربت اليها وان هيئة الظل تتغير قليلاً بتسطيح الارض عند القطبين وان القمر في الاستقبال تارة اقرب الى الارض واخرى ابعد عنها فمضى كان اقرب يعبر في قسم من الظل اعظم قطراً من القسم الذي يمر به وهو ابعد عنها

(٢٢٣) نصف زاوية مخروط ظل الارض يعدل قطر الشمس الظاهر الا اختلافها الاقوي ليكن اش (شكل ٩٢) $\frac{1}{2}$ قطر الشمس ب ي $\frac{1}{2}$ قطر الارض ي س محور ظل الارض فنصف

زاوية مخروط الظل ا ب ي س ب = ا ي ش - ي ا ب و ا ي ش = نصف قطر الشمس
وي ا ب = اختلافها الافقي وهما معروفان فتعرف منها الزاوية عند رأس الظل وللاختصاص
لنجعل $\frac{1}{2}$ قطر الشمس = ق واختلافها الافقي = خ فلنا



شكل ٩٢

ي س ب = ق - خ

وق = $16' 10''$

وخ = $8' 6''$

وق - خ = $10' 24''$ معدل نصف زاوية الظل

(٢٢٤) في المثلث ي س ب ذي قائمة عند ب لنا الزاوية ي س ب والضلع ي ب

فنستعلم منها ي س

جيب (ق - خ) : $\frac{1}{2}$ ق :: $80670 : 806270$ (٥٢)

اي معدل طول الظل وتغير هذه القيمة بالقلب كتغير $\frac{1}{2}$ قطر الشمس. وبعد القمر = 238700
تقريباً فطول الظل $\frac{1}{2}$ ٢ امثال بعد القمر فيعبر في الظل في القسم الاعرض منه اي حيث يكون
قطره أكثر كثيراً مما يلزم ليحجب وجه القمر

(٢٢٥) لاجل استعمال قطر الظل عند معبر القمر في

ليكن م م منقطع الظل عند معبر القمر وم مركز الدائرة المحاذية بالنقط فالزاوية م ي م دالة على
نصف قطر الظل وهي = ب م ي - ب س ي وب م ي = اختلاف القمر الافقي وب س ي
= $\frac{1}{2}$ قطر الشمس الا اختلافها الافقي ا ب ي ق - خ كما تقدم فاذا وضعنا خ عوضاً عن اختلاف
القمر الافقي لنا

م ي م = خ - (ق - خ) = خ + خ - ق

وخ = $57' 0''$

وق - خ = $10' 24''$

وخ - ق = ٤١' ١٢" = ١/٢ قطر الظل عند معبر القمرو ١/٢ قطر القمر = ١٥' ٢٢"
فقطر الظل ٢/٢ مثل ١/٢ قطر القمر عند معبر فيه

(٢٢٦) بعد القمر عن العقدة إذا مس ظل الأرض مساً فقط في خسوف سمي الحمد الخسوفي
وإذا عن العقدة وفي خسوف إذا مس جانب الشمس مساً فقط سمي الحمد الكسوفي ولا يمكن أن يحدث
خسوف ولا خسوف إذا كان القمر بعد من هذه الحدود عن العقدة



شكل ٢٣

(٢٢٧) لاستعلام الحمد الخسوفي
ليكن س ع قسماً من طريق الشمس
(شكل ٢٣) م ع قسماً من طريق القمر
وس ١/٢ قطر ظل الأرض وم ١/٢ قطر
القمروها معروفان فيعرف مجتمعها س م

وع العقدة والزاوية ع معروفة لأنها ميل فلك القمر على دائرة البروج ثم في المثلث الكروي م ع س
ذي القائمة عد م لنا

١/٢ ق × ج س م = ج س ع × ج م ع س (٥٤)
فستعلم س ع أما الزاوية عند ع وس ١ وام فكيمات متغيرة فيتغير س ع ايضاً ومعظمه
١٢' ٢٤' فإذا كان أكثر من ذلك لا يحدث خسوف وإقله ٩' ٢٤' فإذا كان أقل من ذلك
فلا بد من خسوف وإن كان بينهما فرما يحدث وربما لا يحدث

أما بعد القمر عن العقدة فيتناس على دائرة البروج وهو كناية عن فضله طول العقدة وطول
القمر في وقت ما فلا يمكن أن يحدث خسوف متى كان بعد القمر عن العقدة أي فضله طوله وطول
العقدة أكثر من ١٢' ٢٤' وإن كان أقل من ٩' ٢٤' فلا بد من خسوف وبين ٩' ٢٤' والحمد المذكور
سابقاً يكون في حدوثه شك لا يزال إلا بالحساب

ان مس القمر ظل الأرض مساً سميت الروية ماسة وإن دخل جزء من القمر فقط في الظل سمي
خسوفاً جزئياً (شكل ٢١) وإن دخل جميعه سمي كلياً (شكل ٢٠) وإن طابق في الخسوف مركز
القمر على مركز دائرة الظل سمي مركزياً وذلك لا يكون إلا إذا كان القمر وقت الخسوف عند العقدة
تماماً وإن لم يتوارس مخروط الظل إلى القمر سمي حلقياً

(٢٢٧) ان الأرض تحجب شيئاً من نور الشمس عن القمر قبل دخوله في الظل وبتزايد
الاحتجاب شيئاً فشيئاً إلى ان يدخل الظل فيخسف وهذا النور الجزئي سمي ظليلاً وتعرف حدوده
برسم الماسات آ ح آ ح (شكل ٢٢) فالامر واضح ان القمر عند وصوله إلى ح يحجب عنه شيء

من نور الشمس ويتزايد ذلك الى ان يصل الى الظل عند م وبعد خروجه عند م ينفى شيء من
النور مخفياً حتى يصل الى ح وهيئة الظليل مخروط ناقص تمتد الى غير نهاية من الارض ورأس
المخروط اذا اكمل عند س اي بين الارض والشمس

(٢٣٨) نصف زاوية الظليل = $\frac{1}{2}$ قطر الشمس واختلافها الافقي اي ق + خ (شكل ٩٢) لان

ح س م = ا س ش = ا ي ش + ب ا ي

وا ي ش = $\frac{1}{2}$ قطر الشمس

وب ا ي = الاختلاف الافقي وهما معروفان

نصف زاوية مقطع الظليل على بعد القمر = اختلاف القمر الافقي + اختلاف الشمس الافقي

+ $\frac{1}{2}$ قطر الشمس

لان الزاوية ح ي م (شكل ٩٢) = ي ح س + ي س ح

وي ح س = خ اي اختلاف القمر الافقي

وي س ح = ق + خ كما تقدم

اي ح ي م = خ + خ + ق

وهي كلها معروفة ومعدل ذلك ١٢' ١٩" اي ٥ امثال $\frac{1}{2}$ ق القمر تقريباً

(٢٣٩) في ما تقدم قد حسبنا مخروط ظل الارض مصطعباً بماسات لسطح الارض من

سطح الشمس وقد وجد بالرصد ان قطر الظل الظاهر اكبر قليلاً مما هو حسب القاعدة المذكورة

ويعلل عن ذلك بان بعض شعاع الشمس تمصها وتظنها الاجزاء السفلى من كرة الهواء فالتبعية كما

لو كانت الارض اكبر قليلاً ما هي حقيقة فلكي يطابق الحساب على الحقيقة يقتضي زيادة $\frac{1}{2}$ قطر

الظل والظليل نحو $\frac{1}{2}$ ما هو حسب القاعدة المذكورة انفاً

في خسوف كلي ينفى وجه القمر ظاهراً له نور محمر ضعيف وسبب ذلك ان بعض شعاع الشمس

تنكسر بهواء الارض فتخرف الى حد محور الظل وتقع على القمر

(٢٤٠) قد تقدم ان القدماء حسبوا وقوع خسوف وكسوف تقريباً من ملاحظتهم عودة

القمر الى الأماكن التي كانت فيها كل ١٨ سنة و ١٠ ايام اي مدة ٢٢٣ من دورات القمر القانونية

وقد حسب الفيلسوف هالي مدة هذا الرجوع ١٨ سنة و ١٠ ايام ٧ ساعات $\frac{4}{5}$ اذا كانت

خمس سنين كيسة في مدة ١٨ سنة و ١٨ سنة اي يوماً $\frac{4}{5}$ اذا كانت ٤ سنين كيسة في تلك

المدة واذا عُرِف وقت وسط خسوف برصد فان اضمنا الى ذلك الوقت المدة المذكورة يكون

لنا وقت وقوعه ثانية غير انه يحمل خطأ ساعة ونصف

كسوف الشمس

(٢٤١) أما كسوف الشمس فإن نظرنا إليه بدون اعتبار مكان خصوصي فالامر واضح ان كيفية حساب الخسوف غير انية بسبب قرب القمر الى الارض وزيادة اختلافه وصغر ظلّه لا تخفيف به الارض كلها الى ظلّه يغطي جزءاً صغيراً من سطح الارض فقط كما نرى احياناً بحالة تغطي وجه الشمس عن بعض الاماكن وتبقى مشرقة على البعض وهكذا في الكسوف فان كانت الشمس على خط الاستواء مثلاً وتوسط القمر بينها وبين الارض يقع الظل على جانبي خط الاستواء فيحدث كسوف هناك واما لناظر في المنطقة المعتدلة الشمالية فيقع القمر الى جنوبي الشمس ولناظر في المعتدلة الجنوبية يقع الى شمالي الشمس فلا يحدث كسوف عندها

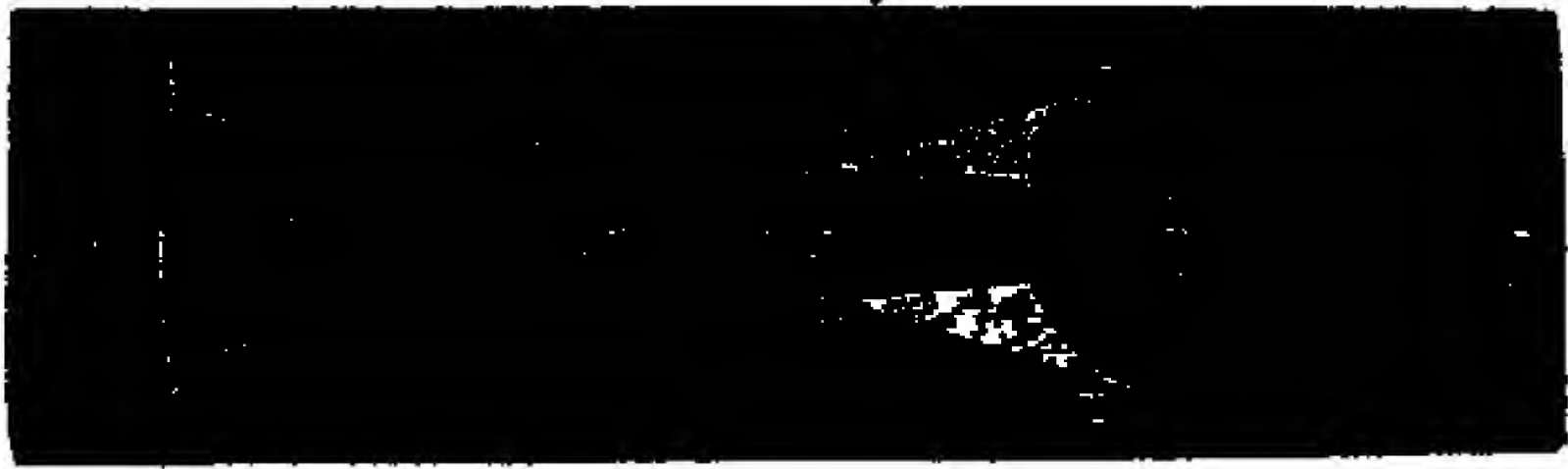
(٢٤٢) حركة القمر في فلكه ٢٣' كل ساعة وذلك على بعد القمر ٢٢٨ ميلاً فظل القمر على سطح الارض هذه السرعة اذا كان عمودياً عليه ومتى كان مائلاً تزداد السرعة على نسبة $\frac{1}{\sin \theta}$ حيث θ الميل . ثم لنفرض وقوع الاقتران عند وصول القمر الى العقدة فيكون الاجرام الثلاثة اي الشمس والقمر والارض على خط واحد والظل يمشي على دائرة البروج على سطح الارض من الغرب نحو الشرق وحركة الارض على محورها ايضاً من الغرب الى الشرق فتقل سرعة الظل قليلاً بهذا السبب اي سرعته = فضلة حركة الارض على محورها وحركة القمر في فلكه . ثم لنفرض ان القمر عند الاقتران واقع الى شمال دائرة البروج قادماً الى العقدة النازلة وان الاقتران حصل داخل الحد الكسوفي قليلاً اي اقل من ١٦' عن العقدة فعند ذلك يقع الظل الى نحو الشمال ويمس الارض عند القطب الشمالي لدائرة البروج وبالعكس متى كان الى جنوبي دائرة البروج قادماً الى العقدة الساعة وحصل الاقتران كما ذكر . فكلما اقترب الاقتران الى العقدة تقدم الظل نحو الاقاليم الاستوائية

(٢٥٨) الاقتران يحدث والقمر على ابعاد مختلفة من الشمس فالامر واضح ان طول ظلّه يتغير بالنسبة الى ذلك وايضاً قطعه عند الارض يتغير وتغير بذلك مساحة الظل على سطح الارض والكسوف الاكبر مساحةً هو الحادث متى كانت الشمس على بعدها الابعد والقمر على بعده الاقرب من الارض

(٢٤٣) متى كان القمر على معدل بعده من الشمس ومن الارض يصل ظلّه الى سطح الارض الا قليلاً لان معدل طوله = ٢٣١٦٢٠

ليكن ص (شكل ٩٤) الشمس د القمر ت الارض فنصف زاوية مخروط ظل القمر د ك ر

كما كانت في ظل الأرض (ع ١٢٢) = ص در - درك و ص در = $\frac{1}{4}$ ق الشمس عند القمر
 و درك = اختلافها الأفقي عند القمر و بسبب بعد الشمس وقرب القمر بالنسبة إلى الشمس يختلف
 نصف قطر الشمس عند القمر قليلاً جداً عما هو في الأرض و بسبب صغر نصف قطر القمر عند الشمس
 يكون اختلافها الأفقي صغيراً جداً فيسوغ أن نحسب $\frac{1}{4}$ ق الشمس = نصف زاوية مخروط ظل
 القمر و لأجل زيادة التدقيق لنحسب نصف قطر الشمس و اختلافها الأفقي عند القمر. فلان مقدار
 جرم الظاهر هو القلب كبعك فنسبة



شكل ١٤

ص در : ص ث ر : ص ث ا : ص د : ٣٩٩ : ٤٠٠
 لان بعد الشمس ٤٠٠ مثل بعد القمر فاذا كان ص ث ٤٠٠ يكون ص د ٣٩٩ اي
 $\text{ص در} = \frac{400}{399} \times \text{ص ث ر} = 1^{\circ} 00' 25'' \times \text{ص ث ر}$ ومعدل نصف قطر الشمس
 اي ص ث ر = $16^{\circ} 02' 25''$ اي
 $\text{ص در} = 16^{\circ} 02' 25'' \times 1^{\circ} 00' 25'' = 16^{\circ} 06' 16''$
 (٢٤٤) اما الاختلاف فهو بالقلب كالبعد فيكون اختلاف الشمس الأفقي عند القمر $\frac{1}{4}$
 اعظم ما هو عند الأرض لكون القمر اقرب إلى الشمس $\frac{1}{4}$ من بعد الأرض عن الشمس ولكن القمر
 اصغر من الأرض فيكون الاختلاف عند القمر $\frac{7912}{317}$ اصغر ما هو عند الأرض فاذا زدنا اختلاف
 الشمس الأفقي بسبب قرب القمر إلى الشمس ونقصناه بسبب صغر القمر لما
 $\text{ظل القمر} = 16^{\circ} 06' 16'' - 9'' \times \frac{2170}{7912} \times \frac{400}{399} = 16^{\circ} 05' 16''$ اختلاف الشمس الأفقي عند القمر فنصف زاوية مخروط

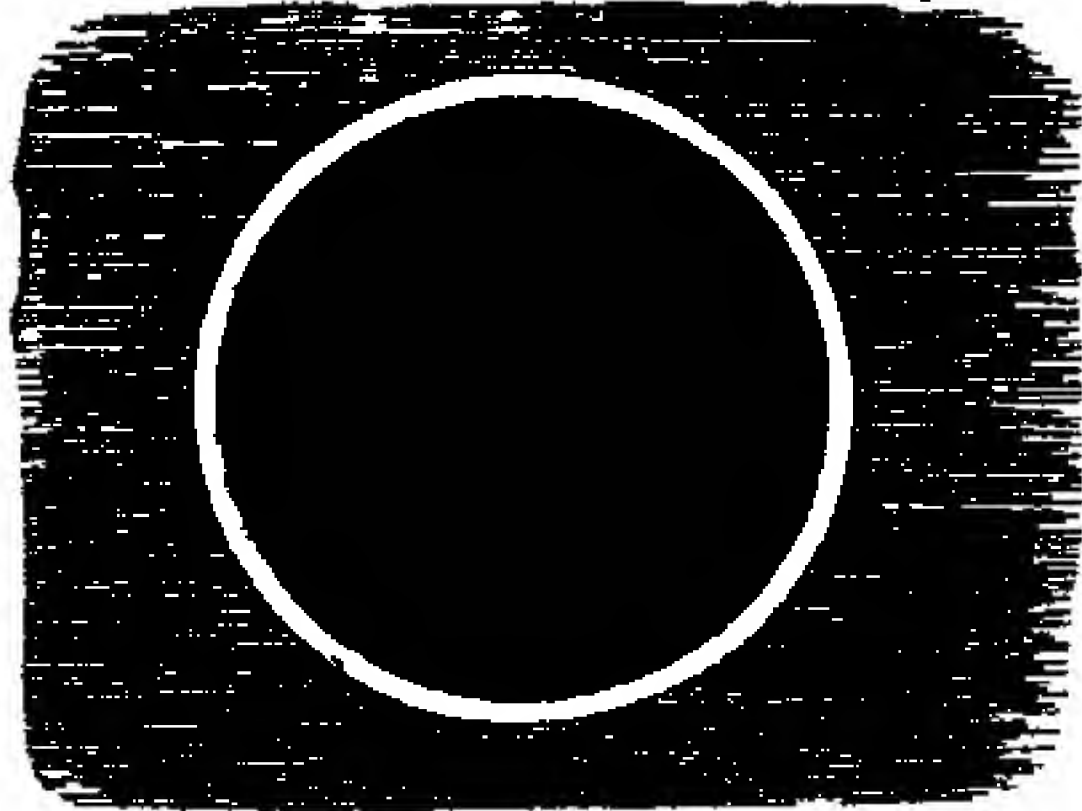
ص در - درك = $16^{\circ} 05' 16'' - 16^{\circ} 06' 16'' = 1^{\circ} 00' 40''$ وذلك لا يختلف كثيراً عن نصف قطر
 الشمس عند الأرض فيسوغ أن نحسب نصف زاوية مخروط ظل القمر = $\frac{1}{4}$ ق الشمس عند الأرض
 فلنا

جيب $16^{\circ} 05' 16''$: ١٠٨٠ (اي ب د) : $\frac{1}{4}$ ق : دك = ٢٣١٦٢٠

ليكن ص مركز الشمس (شكل ١٥) وي مركز الأرض وم مركز القمر فالماسة تحدث عندما
يس القرباب اي الشعبة الخارجية الماسة سطح الأرض والبعد بين مركز الشمس ومركز القمر هو
الزاوية ص ي م وهي = ص ي ا + ا ي س + س ي م اما ص ي ا فهي نصف قطر الشمس
و = هـ وس ي م = ١/٣ القمر = د والزاوية ا ي س من المثلث ي ا س = ي س ب - س ا ي
اما ي س ب فهي اختلاف القمر الاقني = ف وس ا ي = اختلاف الشمس الاقني = ف فالبعد
بين المركزين ا ي

$$\text{ص ي م} = \text{هـ} + \text{د} + \text{ف} - \text{ف} \quad (٥٥)$$

اي مجتمع ١/٣ في الشمس والقمر مع فضلة اختلافهما الاقني وهذا البعد يدل على في الرسم س م
شكل ٩٢ فيستعلم س ع كما تقدم (ع ٢٣٧) ومعطاة ١٨' ٢٦' واقلة ١٥' ٢٠'
(٢٤٨) قطر القمر الظاهر احياناً اعظم من قطر الشمس و احياناً اصغر منه و احياناً يعدة
فلواقام ناظر على الخط الموصل بين مركز الأرض ومركز القمر ومركز الشمس فان كان قطر القمر اعظم
من قطر الشمس يكون الكسوف كلياً ان كان القطران متساويان ينتهي راس الظل الى سطح الأرض
وتحجب كل الشمس لحظة من الناظر المقيم على الخط المشار اليه وبالسحبة عن المقيمين على الخط الذي
يرسمه راس الظل على سطح الأرض وان كان قطر القمر اصغر من قطر الشمس كما يحدث متى كان
القمر في الاقتران على بعد ابعد من الأرض فالناظر المشار اليه يرى القمر على وجه الشمس وحلقة
من الشمس تحيط بالقمر كما يتضح من شكل ٩٦ وقد سُميت هذه الرؤية كسوفاً حلقياً



شكل ٩٦ كسوف حلقي

(٢٤٩) القمر يبعد عن الشمس كل ساعة نحو ٢٠' اي ٢٠٨٠ ميلاً من فلكه وهذه هي
سرعة حركة ظل القمر على سطح الأرض فيمر على مسافة قطر الأرض في اقل من ٤ ساعات غير ان
الأرض تدور على محورها وحركة السطح عند خط الاستواء ١٠٤٠ ميلاً كل ساعة اي نصف سرعة

حركة الظل وكلاهما من الغرب الى الشرق فيمر الظل على موضع عند خط الاستواء على سرعة نحو ١٠٤٠ كل ساعة اذا وقع عمودياً وكل ما زاد عرض مكان زادت سرعة حركة الظل لبطء حركة المكان واذا وقع الظل داخل الدائرة القطبية فقد يتحرك الظل والناظر الى جهتين متقابلتين فتكون السرعة مجموع الحركتين لا فضلنها

الخسوف يتبدى على جانب القمر الشرقي ابداً والكسوف على جانب الشمس الغربي (٢٥٠) الامر واضح ان رؤية كسوف تختلف باختلاف ارتفاع القرف فوق الافق اذ يختلف بذلك قطر الظاهر فقد يكون كسوف حلقياً في اماكن ظهر فيها عند طلوع القمر او عند غروبه وكلياً للاماكن التي يظهر فيها الظهور وذلك لان طول الظل اطول مما يلزم للوصول الى اقرب سطح الارض اليه ولا يكفي طوله للوصول الى مركز الارض

(٢٥١) معظم الحد الكسوفي ١٨' ٢٦" كما تقدم ومعظم حد الخسوف ١٢' ٢٤" فيحدث كسوف اكثر من خسوف غير ان الخسوف ظاهر لنصف الدنيا ابداً واما الكسوف فظاهر لجزء صغير من النصف الذي نحو الشمس فيحدث الخسوف في مكان معين اكثر من الكسوف

(٢٥٢) مدة دوام كسوف

معظم قطر القمر = ٢٣' ٢١"

اصغر قطر الشمس = ٢١' ٢٠"

$\Delta = 1' 1'' =$ القوس التي يمر بها القمر مدة دوام الكسوف التام

معظم قطر الشمس = ٢٢' ٢٥"

اصغر قطر القمر = ٢٩' ٢٢"

$\Delta = 13' 3'' =$ القوس التي يمر بها القمر مدة دوام الرؤية الحلقية

على عرض ٥٨' ٥٠"

٢٦' ٢٢"

٩' ٥٦"

٦' ١٠"

على خط الاستواء

٢٩' ٤٤"

رؤية حلقية ١٢' ٤٦"

ظلام ٧' ٥٨"

كلي

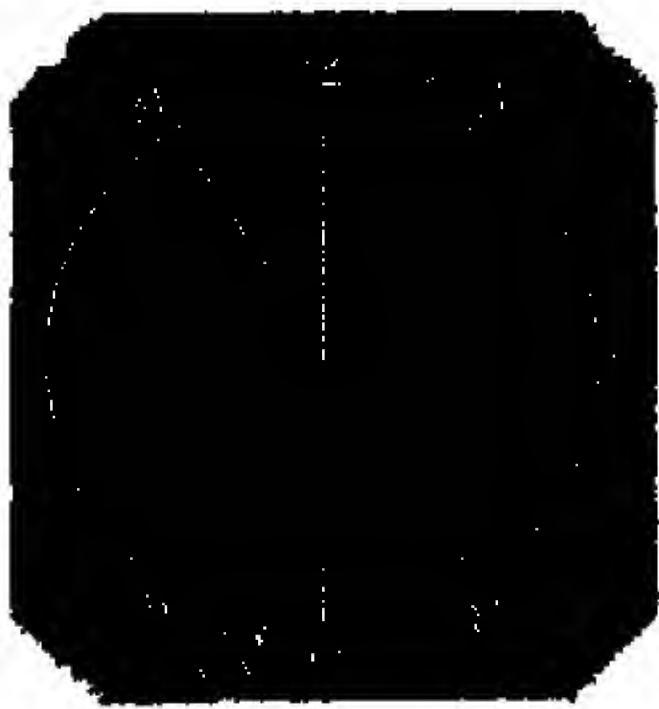
الكسوف الكلي قليل الوقوع وسوف يحدث ١٨٨٧ ١٩ آب كلي في شمالي

جرمانيا وجنوبي روسيا واسطاسيا وفي ١٨٩٦ ٩ آب كلي في كرينلاند وسيبيريا ولايلاند

وفي ١٩٠٠ ٨ ايار كلي في مصر والجزائر واسانيا والبلاد المتحدة . وكيفية حساب كل

ذلك سيأتي مفصلاً في القسم العلي من هذا المؤلف إن شاء الله

في سنة واحدة لا يحدث كسوف وخسوف أكثر من سبع مرات ولا أقل من مرتين فإذا حدث سبع مرات يحدث كسوف خمس مرات وخسوف مرتين أو كسوف أربع مرات وخسوف ثلاث مرات وإذا حدث مرتين فقط يكون كلاهما كسوفاً



الى شرقي م^٢ فيحدث كسوف خامس وهو الاخير في السنة لان السنة تنتهي ١٠^{٨٩} ايام بعد الاقتران الثالث عشراي زيادة السنة على ١٢ شهراً قانونياً

ايضاً ١٨^{٦٢} - ١٠^{٦٢} = ١٧^{٦٢} وفي نصف شهر ابي بيت اقتران واستقبال ثمر الشمس على ١٥^{٢٥} و ١٧^{٦٢} - ١٥^{٢٥} = ٢^{٢٥} بعد الشمس عن العقدة ن فيصير خسوف اول عند العقدة المتقابلة ن

لشمس في الاقتران عند م^٢ كانت الشمس ١٨^{٦٠} - ٥^{٢٦} = ١٢^{٢٤} عن العقدة ن وهذا نصف شهر تكون ١٥^{٢٥} - ١٢^{٢٤} = ٣^{٠١} الى شرقي العقدة فيصير خسوف ثان ولا يحدث خسوف في السنة لان في الشهر التالي تكون الشمس قد بعدت عن العقدة الى خارج الحد الخسوفي

لو كان موقع الشمس في اول السنة عند م^١ اي ٤^{٢٦} الى غربي العقدة ن والقمر في الاستقبال يبرهن حتماً تقدم حدوث كسوف اربع مرات وخسوف ثلاث مرات في السنة اصغر الحد الكسوفي ١٥^{٤٢} فتكون القوس ل^١ ل^١ ٢٠^{٨٤} على اصغرهما وذلك اطول من القوس التي تربطها الشمس بين اقتران واقتران فيحدث بالاقبل كسوف واحد بين ل^١ ل^١ وواحد واحد بين ل^١ فلا يد من حدوث كسوف على الاقل مرتين كل سنة

الشمس تمر في الحد الخسوفي في اقل من شهر فقد لا يحدث خسوف في سنة

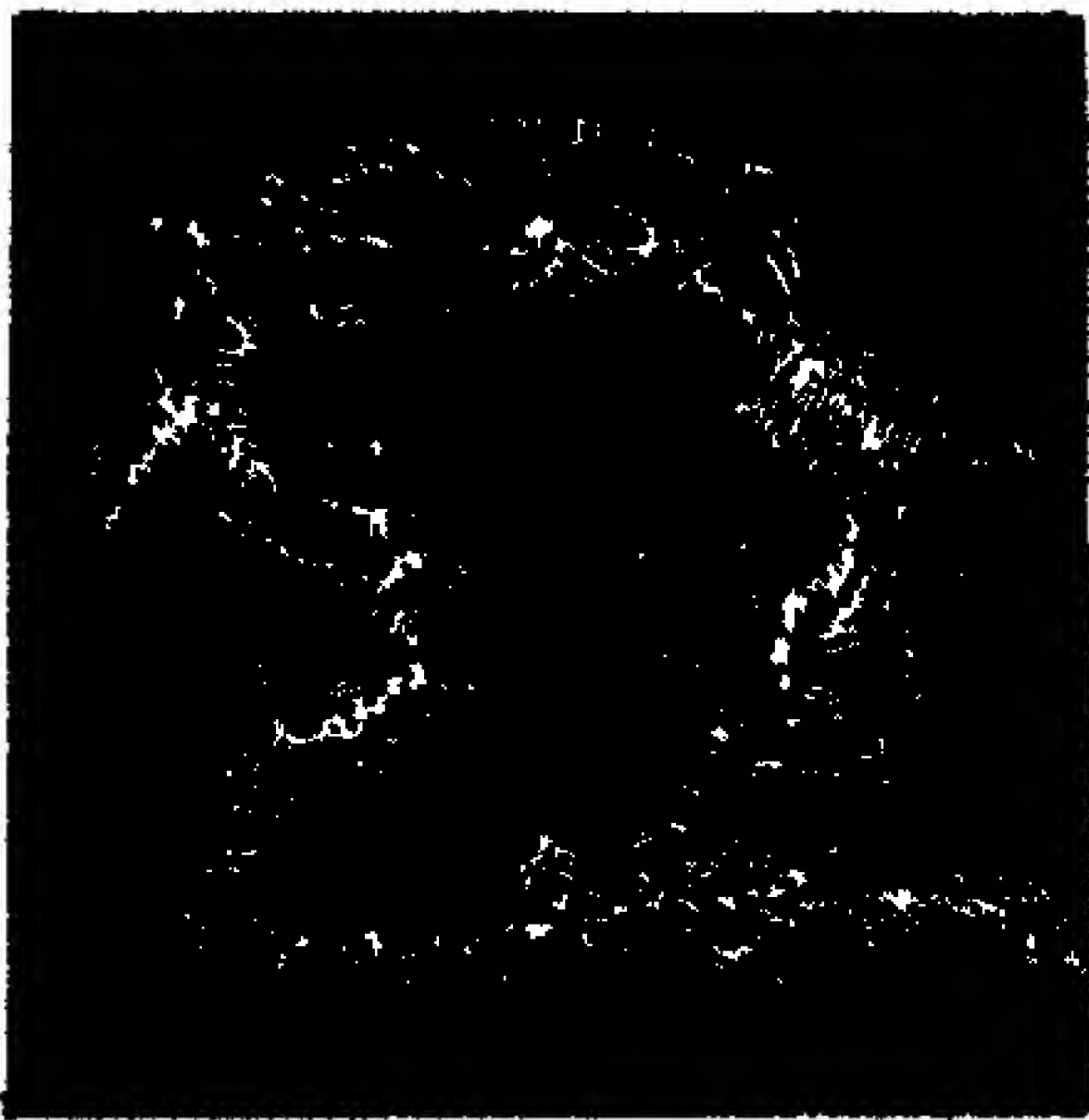
(١٥٣) احتجاب القمر فجوياً . القمر في دورانه بتوسط بيننا وبين بعض النجوم فاخفاء نجم وراء القمر سي احتجاباً وقد نخبب به بعض السيارات ايضاً الواقعة في طريقه ولا فرق بين احتجاب نجم وكسوف غير ان النجوم الثوابت لا اختلاف لها ولا قطر بشعريه وكثيراً ما يعتمد على الاحتجاب لاستعلام الطول كما سيأتي مفصلاً في القسم العملي ان شاء الله

(٢٥٤) بعض ظواهر الكسوف التام

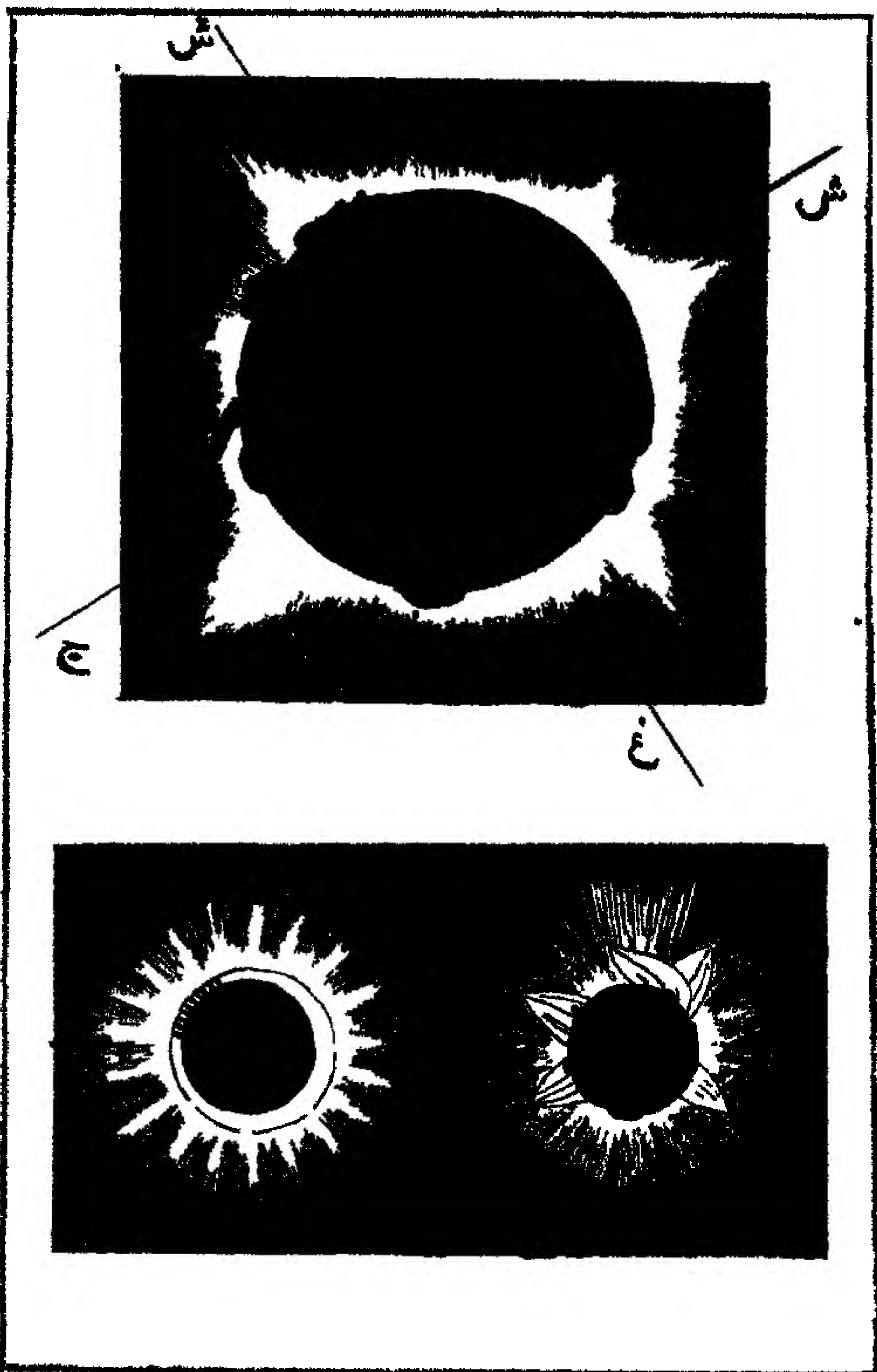
(١) الاكليل (انظر الصورة الخامسة والسادسة)

قبل احتجاب نور الشمس بظل القمر يتبدى يظهر حولها نور متفرق الى بعد نحو ١٢^١ عن حرف الشمس حدوده غير مستوية يزيد في جهة وينقص في جهة ولا يثبت على حال . واختلف علماء الهيئة في هذا المنظر هل هو شمسي او ارضي هو اتي او مركب منها ولنض هذا المشكل رصدوه في الكسوفات الاخيرة بكل تدقيق بواسطة السبكتروسكوب والنور المنطرب والنظارات القوية فتعنى انه شمسي وعلى عنه يكون انعكاس نور من مادة محيطة الشمس فوق الهيدروجين على نحو ١٢^١ ولا يعلم عن تلك المادة شيء غير ان السبكتروسكوب يظهر فيها خطاً في القسم الاخضر لا يوافق خط آخر

سورة مائدة



الصورة السادسة



معروف وهو خط ١٤٧٤ على مقياس كركهوف

ثم تحت المادة المذكورة هيدروجين على بعد نحو ٨ عن الشمس غير أنه طبقتان الطبقة العليا تحت درجة الاشتعال ثم هيدروجين حام إلى درجة الاشتعال حتى يرى في وقت الكسوف على ارتفاع ٢ ثم الكروموسفيراي الكرة الملونة على ارتفاع نحو ١ ثم تنتهي إلى الكرة البنية وخطوط الباريم والكل والصوديوم وغيرها من المواد المعروفة كما تقدم

(٢) خرزيلي . عندما ينفى ظاهراً من قرص الشمس خيطاً دقيقاً فقط يرى أحياناً متقطعاً على شكل خرزيتي خرزيلي اقتسباً إلى السرفرنسيس يلي أول من لاحظها وعلتها مرور النور بين فروض جبال القمر وبين رؤوسها ولذلك تارة تظهر وأخرى لا تظهر أي متى وافق الخط المشار إليه قسماً من حرف قرص القمر متساوياً أو قسماً جباله وإطئة (انظر الصورة السادسة)

(٣) ومن روى الكسوف الغربية زوائد وتوات حمر على حافة الشمس وتُرعى على كل قسم من حرفها تارة عرضة وأخرى دقيقة وتارة عالية وأخرى وإطية وعلى هبات وأشكال مختلفة كما يرى من الصورة الخامسة وارتفاع بعضها ٨٠٠٠٠ ميل وأحياناً يرتد الرأس إلى جهة وأحياناً إلى الجهة الأخرى وأحياناً تكون متصلة بالشمس وأخرى منفصلة عنها وقد ترى هذه اللمب بواسطة السكتر وسكوب في غير وقت الكسوف

عند حدوث كسوف تام أو تام إلى قليلاً يهبط الترمومتر وترى بعض النجوم والحجوان بضرب من غرابة حال الهواء والجو وإذا كان الناظر مرتفعاً يرى ظل القمر مقبلاً بسرعة من بعد حتى يقع عليه فيبتدئ الكسوف

عند حدوث كسوف على الأرض كان ناظر في القمر يرى نقطة مظلمة تعبر على قرص الأرض وعند خسوف تام على الأرض كان ناظر في القمر يرى نورا حمر ضعيف منكسراً عليه بواسطة هواء الأرض الكروي فتترايا له الشمس مثل حلقة حمراء مكدة تحيط الأرض إليه بزيادة قطر الشمس الظاهر بالانكسار نحو أربعة أمثال

الصورة الخامسة صورة توات رآها لوكير في ١٤ اذار سنة ١٨٦٩ ١١° و ١٥°
الصورة السادسة صورة الأكليل في كسوف حدث ٧ آب سنة ١٨٦٩ وكسوف حدث في ٨ تموز ١٨٤٢ وكسوف حلقي حدث ١٥ ايار سنة ١٨٢٦ فيه ترى خرزيلي

الفصل الثامن

في الطول والمد والبحزر

(٢٥٥) من اعظم فوائد علم الهيئة الكشف عن كيفية استعمال الطول والعرض بها تسلك البحر بالامن وتعيين مواقع اماكن على سطح الارض وقد تقدم القول بكيفية استعمال العرض فلننظر الى كيفية استعمال الطول نظرياً بالاختصار وترك تفصيل الامر الى محله في القسم العملي

(٢٥٦) يستعمل الطول بكل واسطة يُعرف بها فرق الوقت بين مكانين فيتحول الى درجات ودقائق وقد تقدم القول بذلك. اما الوقت في كل موضع فيحسب من لحظة وقوع قطر الشمس على الهاجرة

(٢٥٧) من اسهل الوسائل لمعرفة فرق الوقت بين مكانين ساعة محكمة لوقت احدها ثم نُحَلَّ الى الآخر فيرى ما هو الوقت هناك . مثالة لو تحكمت ساعة على وقت يروت ثم سافرنا حتى وصلنا الى مكان وقت الظهر والوقت بالساعة المشار اليها ساعتان بعد الظهر فيكون المكان من يروت ٢٠ الى الغرب وقد اصطُيعت ساعات على غاية الدقة لا تُخل اكثر من ثانية في سنة غير انها اذا انتقلت من موقع الى موقع ربما يتغير سيرها فيحول على عدده منها ويؤخذ معدل الوقت المدلول عليه بها

(٢٥٨) يُعرف الفرق بين وقت مكانين ايضاً برصد خسوف او كسوف فيها وتعيين اوقات اول الماسة وآخرها واوقات دخول اجزاء مفروضة من القمر في الظل . مثالة ان كانت اول الماسة في مكان الساعة السادسة بعد الظهر وفي آخر الساعة السابعة بعد الظهر يكون المكان الثاني الى شرقي الاول ساعة اية ١٥ وصحة هذا العمل تتوقف على صحة استعمال الوقت الموضعي . ومن هنا الباب ايضاً استعمال الطول برصد خسوف اقمار المشتري

(٢٥٩) لما كان حدوث خسوف وكسوف واحتماب نادراً على نوع ما فلا تصلح هذه الحوادث لاستعمال الطول في البحر حيث يقتضي معرفته كل يوم ولذلك وُضِعَ في المنهاج السنوي بعد القمر عن بعض النجوم والسيارات والشمس لكل ثلاث ساعات محسوبة لهاجرة كرينويج فان قسنا البعد بينها في مكاننا فحسب الوقت في كرينويج الذي فيه كان بينها ذلك البعد ونعين الوقت في مكاننا عند الرصد فيعرف فرق الوقت بين المكانين . مثالة لو قسنا البعد بين القمر وزحل مثلاً

بالسدس اونجم بالقرب منه وكان ٧٣ والوقت الساعة التاسعة مساءً ووجدنا من المتهاج ان هذا البعد بينها يقع في كربنويج الساعة الواحدة بعد نصف الليل فيكون فرق الوقت بين المكانين ٤ ساعات فيكون الطول ٦٠ غرباً

(٢٦٠) متى قسمنا البعد بين القمر وجرم آخر بالسدس حسبما تقدم يكون لنا البعد الظاهر فينتضي اصلاحة للاختلاف والانكسار وانخفاض الافق اي لنا البعد الظاهر والمطلوب البعد الحقيقي فينتضي لذلك ان برصد ثلاثة اشخاص معاً واحد يقيس ارتفاع القمر فوق الافق والثاني يقيس ارتفاع النجم فوق الافق والثالث يقيس البعد بين النجم والقمر وتم الاقيسة في اللحظة الواحدة ليكن زم (شكل ٢٨) بعد القمر الظاهر عن سمت الرأس اي متم الارتفاع الظاهر ولكون



اختلاف القمر اكثر من الانكسار ابداً يكون مكانه الحقيقي اعلى من مكانه الظاهر اصلح الارتفاع الظاهر للاختلاف والانكسار واطرح المحاصل من ٩٠ فيكون لك البعد الحقيقي عن سمت الرأس ولنفرضة زم وليكن زم متم ارتفاع الشمس او النجم الظاهر ولصغر اختلاف الشمس ولكون النجم عديم الاختلاف يكون الانكسار اعظم من الاختلاف فيها فيكون المكان الحقيقي اوطا من الظاهر ولنفرضة زم وليكن

شكل ٢٨

م س البعد الظاهر بينها فمن م ز س م نستعلم الزاوية ز المشتركة بين المثلثين م ز س م ز س ثم من هذه الزاوية والضلعين م ز س نستعلم البعد الحقيقي م س ثم من المتهاج نجد اي متى كان على هذا البعد في كربنويج فلنا من ذلك فرق الوقت بين المكانين

(٢٦١) ان هذه الطريقة كثيراً ما تستعمل في سلك البحر حيث لا يحتاج الى التدقيق الكلي ولا تصلح متى قصيد التدقيق لسبب لزوم الضبط الكلي في قياس البعد الظاهر بين الجرمين لان خطأ دقيقة واحدة في ذلك ينتج منه خطأ دقيقتين في الوقت = $\frac{1}{4}$ اي ٢٠ ميلاً من الطول لان القمر يتحرك درجة تقريباً في كل ساعتين او دقيقة من القوس في دقيقتين من الوقت

(٢٦٢) بعد اختراع السلك البرقي اي التلغراف استخدم لاجل استعمال فرق الوقت بين مكانين وبما استعمل ايضاً سرعة حركة المادة الكهربائية وذلك باتفاق سابق بين مكانين من جهة وقت ارسال المادة فالاختلاف بين لحظة ارسالها ولحظة وصولها يدل على مدة مرورها وبذلك قد وجد ان المادة الكهربائية تتحرك ١٦٠٠٠ ميل كل ثانية

اذا سافر احد غرباً بطول يومه ساعة لكل ١٥° ويطول ٤ لكل درجة واذا سافر شرقاً بقصر يومه على هذا النسق تماماً فاذا تقدم غرباً الى ان يعود الى المكان الذي انطلق منه يكسب

يوماً كاملاً أي خامس الشهر مثلاً يكون عند المربع ستة والأفلانا في المكان يكون عند الاثنين وبالعكس إذا سافر شرقاً فإذا التقى المستأفرين في ذلك الدوران الكامل يختلف وقتها يومين

في المد والجور

(٢٦٢) المد هو ارتفاع ماء البحر والجور هبوطه وذلك يحدث في أوقات معينة متساوية ويحدثان في وقت واحد في الجهات المتعابلة من الأرض أي متى كان معظم المد في مكان يكون كذلك في الجهة المتعابلة من الأرض ويكون معظم الجور على نصف البعد منها وبين مد ومد ١٢° ٥٠' أي أن حبساً مداً واحداً دار حول الكرة يرجع إلى حيث انتقل منه ٥٠° بعد الساعة التي فيها كان هنالك قبل وهذه الحركة تساوي حركة القمر اليومية تقريباً لانه اليوم القمري أي دوران القمر من الخارج إلى الخارج = ٢٤° ٥٠'

معدل ارتفاع المد للكرة كلها = $\frac{1}{4}$ قدم تقريباً غير أنه لأسباب مكانية يرتفع في بعض الأماكن ٦٠ أو ٧٠ قدماً وفي البعض الآخر لا يشعر به أصلاً كما في البحار والبحيرات الخاطئة بالبر والبحر قريبين وبحار المال والجور المتوسط ١

(٢٦٤) قوة المد والجور في عدم تساوي جاذبية القمر والشمس في أجزاء مختلفة من الأرض فالصف المنجبه نحو القمر يجذب أكثر من النصف المتقابل والماء على الجانب الأقرب يطبع تلك الجاذبية ويرتفع إلى ذلك الجانب والماء على الجانب الأبعد يجذب أقل من الأجزاء الجامعة نحو فكان تلك الأجزاء تسبق الماء ساقة إلى نحو القمر فيرتفع الماء في ذلك الجانب أيضاً

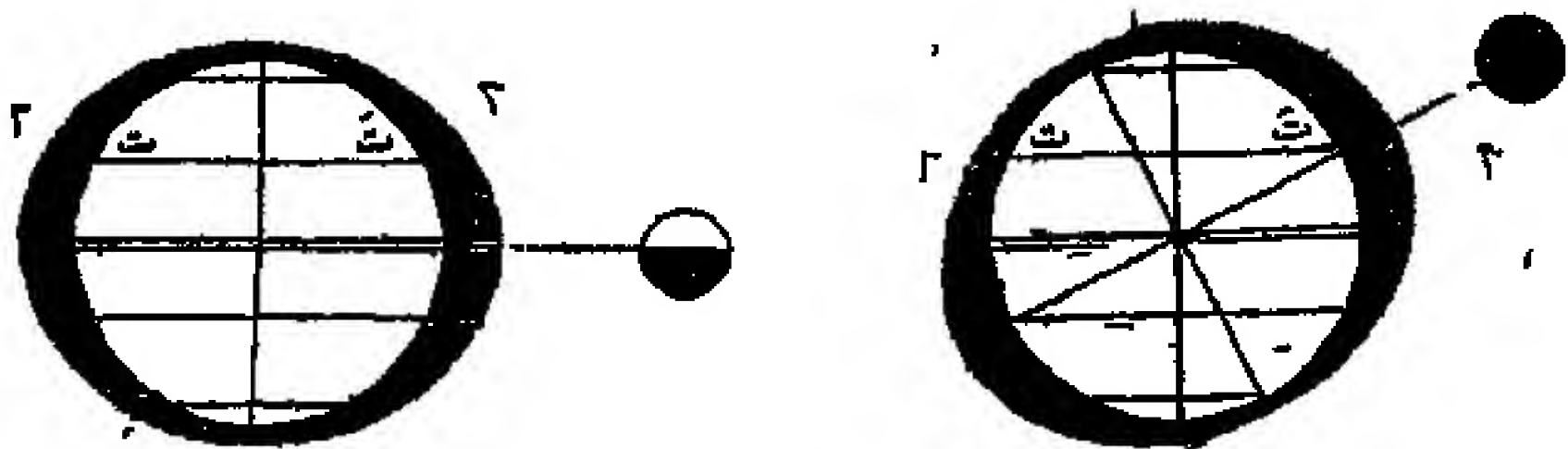
(٢٦٥) الجزء الأعلى من الماء سمي موج المد ولولا بعض الموانع لكان هذا الموج تحت القمر دائماً ثابتاً حول الكرة أما الماء فليسب السكون لا يطبع الجاذبية حالاً وحركة الماء على قعر البحر وعلى الشواطئ تعين أيضاً على تأخير تأثير الجاذبية فيه ولذلك لا يحدث المد في مكان حتى بعد مرور القمر على ما جرى بعض الساعات ويختلف الوقت باختلاف الأماكن وأسبابها الموضعية

(٢٦٦) معدل بعد الشمس عن الأرض هو ٢٣' ٢٧٢" مرة بعد القمر عن الأرض وبذلك تقل جاذبيتها (٢٣' ٢٧٢") أي ١٢٩٤٧٥ مرة غير أن مادة الشمس أكثر من مادة القمر على نسبة ٨٠٠ : ٢٥١٨٠٠ وذلك أكثر كثيراً من نسبة ١ : ١٢٩٤٧٥ فكان يُظن أن جاذبية الشمس تفوق جاذبية القمر على نسبة ٢٥١٨٠٠ : ١٢٩٤٧٥ والأمريش كذلك لأن معدل بعد الشمس عن الأرض هو ١١٥٣٧ مرة قطر الأرض والفرق بين بعدها عن جانب واحد من الأرض وعن الجانب المتقابل = $\frac{1}{11537}$ من البعد كلاً والمد حاصل من عدم تساوي الجاذبية على جانبي الأرض

وكل ما زاد التفاوت بينهما زاد المد الطنج وبالقلب. أما القمر فيعد ٢٠ مرة قطر الأرض عن الفرق بين بعد عن جانب وبعد عن الجانب المقابل $\frac{1}{2}$ من البعد كله. فالفرق الذي عليه يتوقف ارتفاع موج المد اعظم باعتبار القمر بما هو باعتبار الشمس على نسبة ٥٨ : ٢٣ أو $\frac{1}{2}$: ٢ ، فالمد إذا نوعان شمسي وقمري

(٣٦٧) متى كان الشمس والقمر متزيين أو متقابلين تفعل جاذبيتهما على خط واحد وعند التزيين يكون خط جاذبية القمر عموداً على خط جاذبية الشمس ولذلك يكون اعظم المد عند الاقتران والاستقبال أي كل شهر مرتين ولا يحدث ذلك في نفس وقت الاقتران والاستقبال بل بعدها ٣٦ ساعة للأسباب المذكورة سابقاً

(٣٦٨) فعل الشمس والقمر في المد هو بالقلب كعكس البعد وتغير بعد الشمس قلما يؤثر في فعلها في المد لثقلها بالنسبة الى بعدها ولكن تغير بعد القمر له تأثير كلي في فعلها بالمد فتسمى المد المحادث متى كان القمر في الاوج اعظم ما يحدث وهو في الخفيض فلن اتفق وقوعه في الاوج عند الاقتران والاستقبال يحدث مد عال جداً وإن حدث ذلك عند الاعتدال يحدث اعلى امتداد السنة



شكل ٩٩

(٣٦٩) ثم ان ميل القمر والشمس يؤثر كثيراً في المد فمتى كان القمر على خط الاستواء يكون اعلى المد هناك وفي الجهة المتقابلة ويكون اقصر جذر عند التطيين ما دام القمر على خط الاستواء (شكل ٩٩) فوضع عدت او ت يكون اعظم مدته ت ٢ وت ٣ ومتى كان القمر في ميله الاعظم على جانب ت وت من خط الاستواء يكون عند ت او ت معظم المد ت ٣ متى كان القمر فوق الافق واقصر الجذر ت ٢ متى كان نجهة وبالعكس متى كان ميله على الجانب الآخر من خط الاستواء (٣٧٠) المد والجور في خليجان واخوار وانهار لا يحصلان من جاذبية القمر على مياهها نفسها بل من امواج تتوزع من موج المد الكبير المشار اليه سابقاً وتسمى مدناً فرعياً والاول يسمى اصلياً

(٣٧١) ان سرعة حركة تلك الامواج تختلف باختلاف الشطوط والعمق وجهة الجري وعرضه

مثاله ان كان ١ و ٢ و ٣ و ٤ (شكل ١٠٠) الموج الكبير الاصلي ماراً الى الغرب و ٢ و ٤ و

الخ الامواج الفرعية صاعدة في خليج او بحر فتراها تسمع في الوسط وتناخر عند الشطوط وعند
الجزر يعكس المجرى وعندما يلتقي الموج الكبير بماء نهر عظيم عند مصبه يرتفع الماء مثل حائط رفيع
ويحصل من ذلك احيانا خطر جربل للسفن كما يحدث



شكل ١٠٠

عند مصب نهر امازون ونهر الكنك وغيرها ومتى انتقلت
الريج وموج المد يرتفع اكثر مما كان لولا ذلك

(٢٧٢) اعلى المد يري في خليج فوندي في اسكوتسيا

المجدبة حيث يرتفع احيانا ٧٠ قدما وكذلك في مصب نهر

سفرن بقرب مدينة بريستول حيث يرتفع ٧٠ قدما احيانا

ويُعَلَّل عن زيادة ارتفاع المد في خليج فوندي بالققاء

الموج الكبير الجاري شمالا من الاوقيانس الجنوبي بالموج

الجاري جنوبا من الاوقيانس الشمالي

اما الجبرات والابحر المحاطة بالبر فليس لها مد وجزر يُشْعَر به

(٢٧٣) فمن الامور العامة المتعلقة بالمد والجزر هذه السبعة

(١) في يوم توليد القمر يقطع القمر والشمس الهاجرة معا اي الظهرو بعد مرورهما بالهاجرة مدة

تختلف باختلاف الاماكن وثابتة في مكان مفروض ابتدا يبلغ المد معطلة وبعدما يبلغ معطلة ياخذ

بالجزر وينتهي الى معظم الجزر بعد ١٢^٦ ثم يرتفع ايضا ١٢^٦ فيبلغ معطلة ثانية ثم يهبط ١٢^٦

ثم يد ١٢^٦ اي يبلغ معظم الارتفاع مرتين كل ٢٤ ساعة و٤٨ وكذلك معظم هبوطه مرتين في

٤٨^٦ فسي يوما مديا

(٢) يوم البدر يقطع القمر الهاجرة بعد الشمس ١٢ اي في نصف الليل فيصير المد والجزر كما

تقدم

(٣) الوقت تتبع حركة الشمس اليومية الظاهرة والمد الشمسي يحدث في مكان مفروض في

ساعة واحدة ابتدا اما المد القمري وهو الاعظم ولذلك يؤثر في كل روية المد والجزر فيتاخر كل يوم

٤٨^٦ فينفصل عن المد الشمسي شرقا متاخرا وعند التربع الاول والثالث يحدث المد

القمري عند الجزر الشمسي فارْتِفاع المد وانخفاض الجزر هو فضلة المد الشمسي والقمري فيحصل ما سمي

المد القاصر

(٤) ارتفاع المد عن مساواة الماء وقت الجزر سمي شوط المد

(٥) مد الربيع الحادث ٢٦ بعد الاقتران والاستقبال اعظم من غيره شوطا

(٦) إقصير المد هو الحادث ٢٦ ساعة بعد وقوع القمر في التربع
 (٧) المد بين الظهر ومعظم المد هي في يوم التوليد ويوم البدر وتلك المد سميت قانون المرفأ
 ان سرعة موج المد مختلفة فلو غطى الماء كل سطح الارض على حد سوى لكانت السرعة نحو
 ١٠٠٠ ميل وثبت كل ساعة اي $26 \times 7926 + 1410 = 248$ ولا يبلغ هذه السرعة في مكان على
 الشاطئ مغبراته قد يبلغها في الاوقيانس الجنوبي

في عرض ٦٠ جنوبي سرعة	٦٧٠ ميلاً
في الاوقيانس الانلا تيكي	٧٠٠ ميل
بين الجزائر الغربية وايرلاندا	" ٥٠٠
وفي بعد الحال ١٦٠ وفي البعض ٦٠ وفي البعض ٢٠ ميلاً في الساعة	

الفصل التاسع

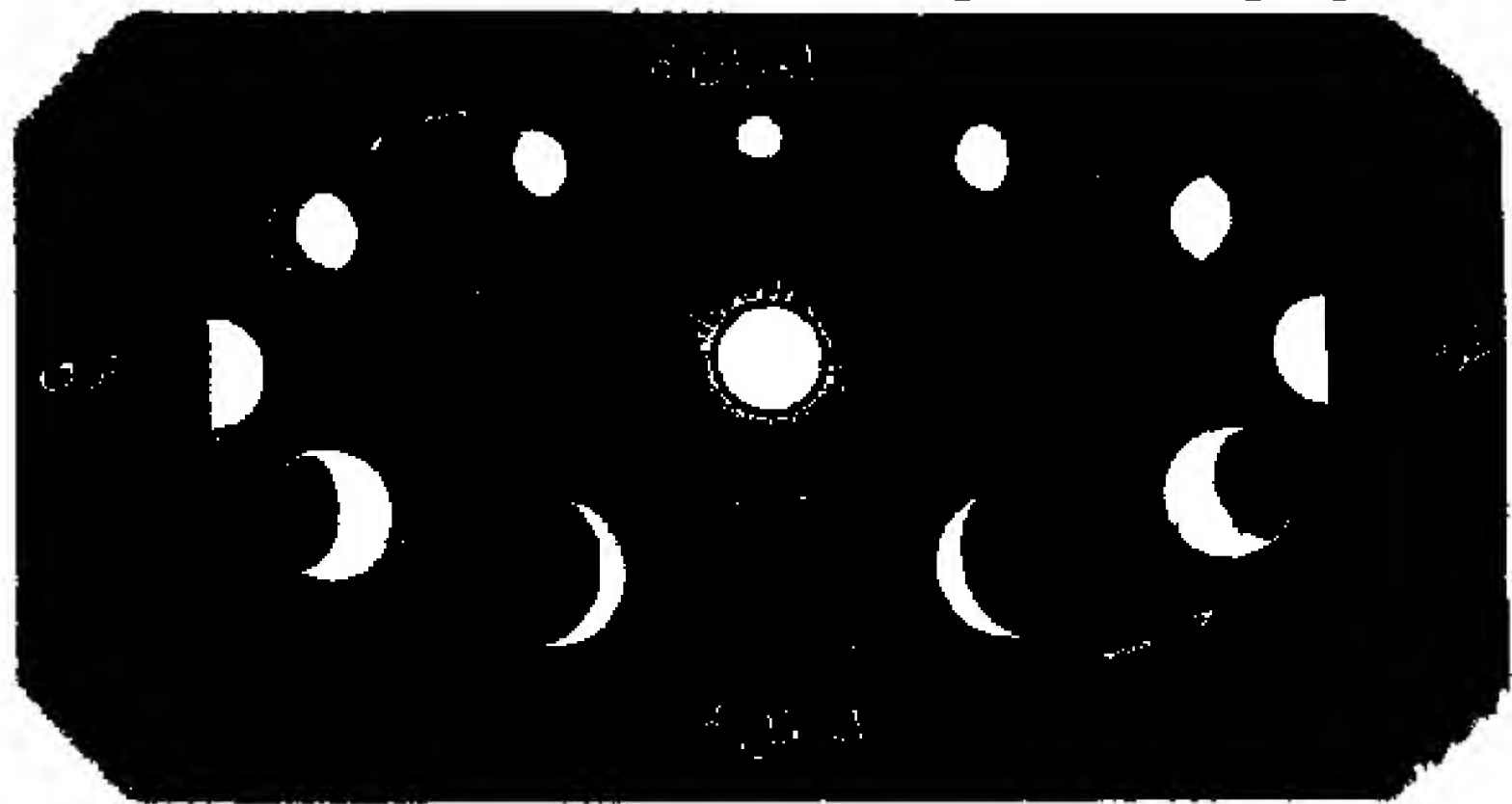
في السيارات مطلقاً وفي السيارات السفلى خاصة

(٢٧٤) السيارات اجرام مظلمة تستمد نورها من الشمس وتدور حولها على مسافات مختلفة في
 مذات مختلفة وبينها تفاوت عظيم جرماً وكثافة وسميت سيارات لا تتقاربا من موضع الى موضع في
 القبة السماوية فتتغير مواقعها بين النجوم منها بسرعة ومنها ببطء خلاف النجوم الثابتة التي لا تتغير
 مواقعها بنسبة بعضها الى بعض الا بعد اقران كثيرة وقد انقسمت السيارات الى قسمين وهما السيارات
 السفلى والسيارات العليا اما السفلى فهي افلاكها داخل فلك الارض وهي ثلاثة فلكان وعطارد
 والزهرة واما العليا فهي التي افلاكها خارج فلك الارض وهي خمسة المريخ والمشتري وزحل
 اورانوس ونبتون فحلة السيارات الكبار مع الارض تسعة وبين فلك المريخ وفلك المشتري اجرام كثيرة
 صغيرة تدور حول الشمس ايضاً كل واحد في فلكه سميت الشبهات بالسيارات وسميت ايضاً
 النجيمات وقد انكشف منها ١٢٥ جرماً وهي تحت زيادة لان عددها الحقيقي غير معروف

ولبعض السيارات اقمار تدور حولها وتدور معها حول الشمس فللارض قمر واحد والمشتري اربعة
 اقمار وزحل ثمانية ولاورانوس اربعة على الاصح ولنبتون قمر فحلة الاقمار ١٨ قمر فكل هذه الاجرام اي
 $27 = 18 + 9$ جرماً معروفة الى الآن $27 = 12 + 15$ مع الشمس

يتألف منها ما سمي في عرف علماء الهيئة النظام الشمسي
وكل هذه الاجرام تتحرك من الغرب الى الشرق في دوراتها حول الشمس الا اقمار اورانوس
ونبتون . اما النجوم المعروفة فتتحرك من الغرب الى الشرق ايضاً غير ان سطوح افلاكها مائلة على
سطح دائرة البروج اكثر من سطوح افلاك السيارات الكبار فقد بلغ ميل فلك بعضها على سطح دائرة
البروج ٢٤ فلكون الحركة من الغرب الى الشرق بين البروج في الغالبية سُميت حركة مستقيمة
والحركة من الشرق الى الغرب سُميت متعكفة

اما الناظر الى هذه الاجرام من الشمس فيراها جميعاً تدور من الغرب الى الشرق بين البروج
ابداً خلاف الناظر اليها من الارض فانه يراها تارة تتقدم بين البروج من الغرب الى الشرق واخرى
تتقه من الشرق نحو الغرب كما سيأتي بيانه



شكل ١٠١

اما السيارات السفلى فلا تترى الا الى جهة الشمس والعلية تترى تارة الى جهة الشمس واخرى
في الجهة المتقابلة من السماء والسيارات الاعلى اقتران δ واستقبال δ اما السيارات السفلى فله اقتران
فقط فتي اكانت الارض على جانب واحد من الشمس والسيارات على الجانب المتقابل منها قيل انه في
الاقتران الاعلى فمتى كان بين الارض والشمس قيل انه في اقتران اسفل وبعد عن الشمس شرقاً او
غرباً اي الزاوية المحاذية بين خط من مركز الارض الى مركز الشمس واخرى الى مركز السيارة سُميت
تباينة فمتى كان الى شرقي الشمس يغيب بعدها فيكون نجم الغروب ومتى كان الى غربيها يشرق قبلها
فيكون نجم الصبح ومتى كان في الاقتران الاعلى يكون كل وجه المتور نحو الارض فيكون بدرًا ومتى
كان في الاقتران الاسفل يكون هلالًا وكل ذلك ينضج من شكل ١٠١

السيارات الاسفل بين معظم تباينها شرقاً ومعظم تباينها غرباً بتحريك حركة متعكفة مارة على الاقتران
الاسفل وبين معظم تباينها غرباً ومعظم تباينها شرقاً بتحريك حركة مستقيمة مارة على الاقتران الاعلى

ومتى توسط بين الارض والشمس تماماً يقع ظلها على سطح الشمس فتُرى نقطة سوداء تعبر على قرص الشمس وهذه الرؤية تُسمّى عبوراً

ومن الامور التي نشترك فيها كل السيارات

- (١) تدور حول الشمس الى جهة واحدة اي من الغرب الى الشرق اي الى عكس حركة عقرب الساعة لناظر على الجانب الشمالي من دائرة البروج
- (٢) افلاكها هليجيات غير انها لا تختلف كثيراً عن دوائر
- (٣) افلاكها مائلة على دائرة البروج وتقطعها في نقطتين متقابلتين سُميتا العقدتين فنصف فلك السيارة الى شمالي فلك الارض والنصف الآخر الى جنوبي
- (٤) هي اجرام مظلمة تُرى بواسطة نور الشمس المنعكس منها اليها
- (٥) تدور على محورها مثل الارض كما يعلم في اكثرها بالرصد ويقاس الجهول على المعروف فلها تماقب الليل والنهار غير ان ايامها تختلف عن ايامنا طولاً
- (٦) على موجب قواعد الجاذبية حركتها اسرع في الاقسام من الافلاك الاقرب الى الشمس وابطأ في الاقسام البعيدة عن الشمس اي اسرع عند نقطة الراس وابطأ عند نقطة الذنب وكل السيارات خاضعة لقواعد كبلراي

- (١) تدور في هليجيات والشمس في احد المحترقين
- (٢) القطر المحامل يمر على مساحات متساوية في اوقات متساوية
- (٣) مربعات المديات تناسب كعوب معدل الابعاد اي اذا انقسمت مربعات المديات على كعوب معدل الابعاد يكون الخواج متساوية كما يرى من هذه القائمة والفرق بين الكميات في العمود الرابع هو من خطأ في الرصد وقد تركت فيها الفاصلة الدالة على الكسور العشرية

سيار	معدل بعد a	مديات p	$\frac{p}{a^2}$
فلكان	٠.١٤٣	١٢'٧	١٢٣٧١٦
عطارد	٠.٣٨٧١٠	٨٧'٩٦٩	١٣٣٤٢١
الزهر	٠.٧٢٣٣٣	٢٢٤'٧٠١	١٣٣٤١٣
الارض	١.٠٠٠٠٠	٢٦٥'٢٥٦	١٣٣٤٠٨
المريخ	١.٥٢٣٦٩	٦٨٦'٩٧٩	١٣٣٤١٠
سبرس	٢.٧٧٦٩٢	١٦٧٩'٨٥٥	١٣٣٣١٠
المشتري	٥.٢٠٢٧٧	٤٢٣٢'٥٨٥	١٣٣٢٩٤

سيار	معدل بعد a	مذات p	$\frac{r_p}{r_a}$
زحل	$9^{\circ} 52' 87.8$	$1.0759^{\circ} 22.0$	1224.01
اورانوس	$19^{\circ} 18' 24.9$	$2.0781^{\circ} 82.1$	1224.22
نبتون	$30^{\circ} 03' 28.0$	$6.0126^{\circ} 71.0$	1224.00

وهذه القاعدة نصح أيضا في الأقمار كما ترى من قوائمها هذه

قائمة أقمار زحل

	a	p	$\frac{r_p}{r_a}$
مياس	$3^{\circ} 26'$	$1^{\circ} 94'$	2277.6
انكيلادس	$4^{\circ} 21'$	$1^{\circ} 27'$	2244.3
تيس	$5^{\circ} 24'$	$1^{\circ} 88'$	2221.1
ديوني	$6^{\circ} 84'$	$2^{\circ} 73'$	2228.9
رهبيا	$9^{\circ} 00'$	$4^{\circ} 01'$	2220.2
بشان	$22^{\circ} 12'$	$10^{\circ} 94'$	2241.2
هيريون	$28^{\circ} 00'$	$21^{\circ} 29'$	2074.8
ياپيتوس	$74^{\circ} 36'$	$79^{\circ} 23'$	226.6

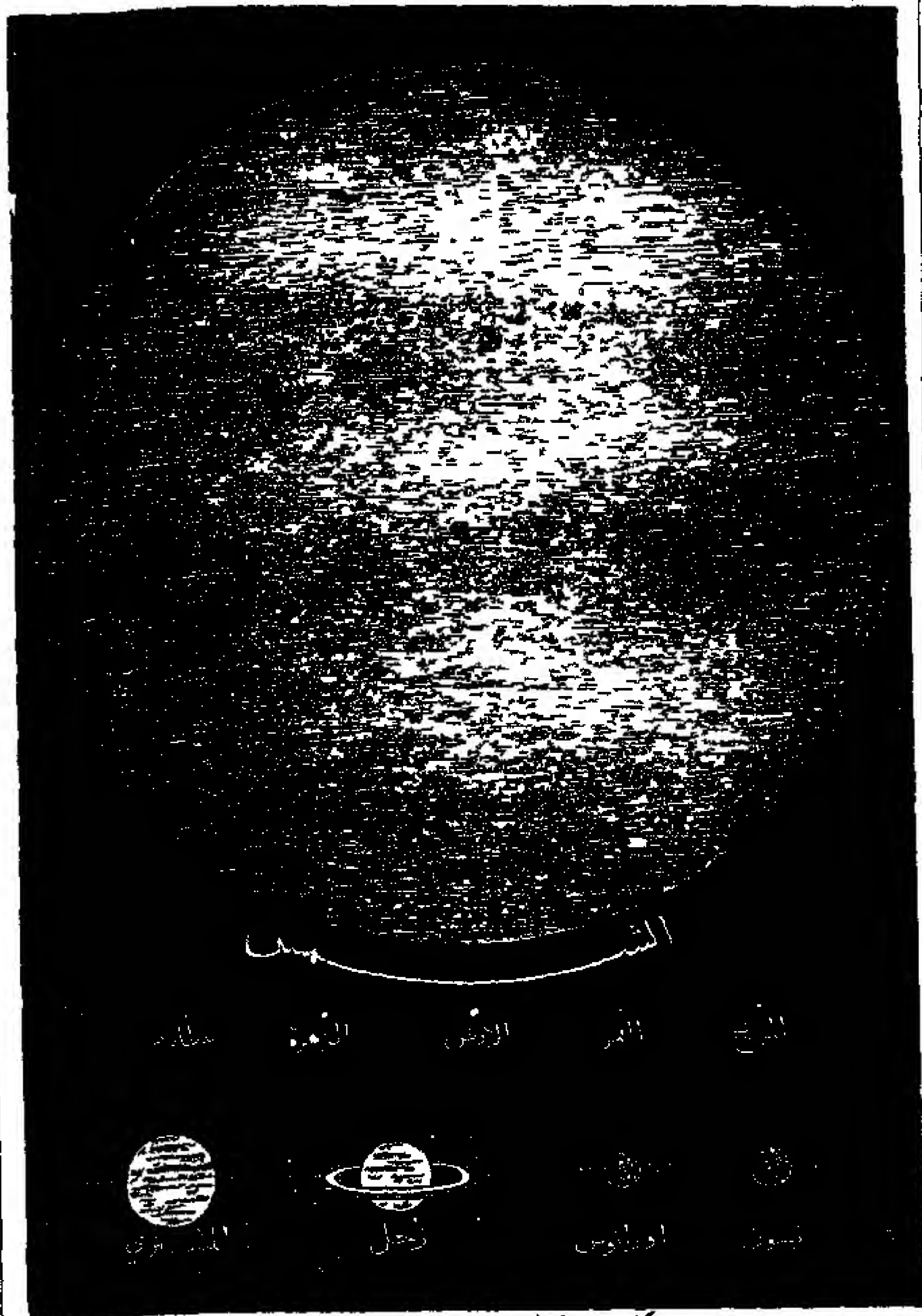
أقمار المشتري

	a	p	$\frac{r_p}{r_a}$
١	$2^{\circ} 00'$	$1^{\circ} 7'$	1414.7
٢	$1^{\circ} 62'$	$2^{\circ} 00'$	1410.6
٣	$10^{\circ} 30'$	$7^{\circ} 10'$	14130
٤	$26^{\circ} 49'$	$16^{\circ} 69'$	14168

أقمار اورانوس

	a	p	$\frac{r_p}{r_a}$
١	$7^{\circ} 44'$	$2^{\circ} 02'$	1045.0
٢	$10^{\circ} 27'$	$4^{\circ} 12'$	1022.0
٣	$17^{\circ} 01'$	$8^{\circ} 71'$	10414
٤	$22^{\circ} 70'$	$12^{\circ} 46'$	10287

أما نسبة السيارات بعضها الى بعض جرمًا فيعين على تصورها ما قيل في ذلك في آخر
المحدود (انظر صفحة ١٢)



شكل ١٢ أقمار الشمس والسيارات وأماها السنة

قد اشهر نود من رلين في سنة ١٧٧٨ قاعدة كشفها نيبوس من وتمبرج وقد أطلق عليها قانون

بود اتساعاً للذي اشهرُ أولاً وهو هذا

خذ السلسلة الهندسية

٠ ٣ ٦ ١٢ ٢٤ ٤٨ ٩٦ ١٩٢ ٣٨٤

اضف الى كل عدد ٤ واقسم على ١٠ فتصير

٤ ٧ ١٠ ١٦ ٢٨ ٥٢ ١٠٠ ١٩٦ ٣٨٨

فهذه الاعداد تدل على ابعاد السيارات عن الشمس بالتقريب اي امثال نصف قطر فلك الارض في بعد كل سيار كما يرى من هذه القائمة

سيار	بعد عن ☉ الحقيقي	بعد حسب قانون بود
عطارد	٢٨٧	٤ او ٤٠٠
الزهرة	٧٢٢	٧ " ٧٠٠
الارض	١٠٠٠	١٠ " ١٠٠٠
المريخ	١٥٢٢	١٦ " ١٦٠
سيرس	٢٧٦٦	٢٨ " ٢٨٠
المشتري	٥٢٠٣	٥٢ " ٥٢٠
زُحل	٩٥٢٩	١٠٠ " ١٠٠٠
اورانوس	١٩١٨٢	١٩٦ " ١٩٦٠
نبتون	٣٠٠٣٧	٣٨٨ " ٣٨٨٠

ولما اشهر بود هذا القانون لم يكن قد انكشف احد النجيمات واذا لاحظ الخلاء بين ١٦ و ٥٢ انبأ بكشف سيار في المسافة بين المريخ والمشتري . معظم الخلل في هذا القانون هو في بعد نبتون كما ترى من القائمة ولعل ذلك من خلل في رصد السيار وخلاصة هذا القانون هي ان المسافة بين سيارين هي مضاعف المسافة بين المتواليين الاسفلين ونصف المسافة بين المتواليين الاعلىين

فقد اتسمت السيارات بحلقة النجيمات الى قسمين الاول القسم الداخلي اي عطارد والزهرة والارض والمريخ والثاني القسم الخارجي اي المشتري وزُحل واورانوس ونبتون ومن اوجه الاختلاف بين القسمين هذه الثلاثة

(١) سيارات القسم الاول لا اقارلها ما عدا الارض ولكل من سيارات القسم الثاني اقار

(٢) نسبة معدل كثافة القسم الاول الى كثافة القسم الثاني :: ١ : ٥ تقريباً

قطر نبتون	:	قطر عطارد	:	١٠	:	انقرياً
المجمع	:	المجمع	:	١٠	:	"
" الشمس	:	المشتري	:	١٠٠٠	:	"
" الشمس	:	الكل	:	٧٠٠	:	"

ومن الامور الاتفاقية المستعملة الاعتبار في هذه الاجرام

(١) ان اذا ضرب قطر الارض (٧٩١٢ ميلاً) في ١.٨ = ٨٥٤٤٩٦ = \pm قطر الشمس امهالاً

(٢) اذا ضرب قطر الشمس (٨٥٢٥٨٤) \times ١.٨ = ٩٢٠٧٩٠٧٢ = \pm معدل بعد

الارض عن الشمس

(٣) اذا ضرب قطر القمر (٢١٦٠) ميلاً \times ١.٨ = ٢٢٢٢٨٠ = \pm معدل بعد القمر

عن الارض

بعد السيارات عن الشمس

اسم	معظم	اقرب	معدل
عطارد	٤٢٦٦٥٥٦٠	٢٨١١٩٧١٦	٣٥٣٩٢٦٣٨
الزهرة	٦٦٥٨٥٩٤٧	٦٥٦٧٧٠٠٩	٦٦١٣١٤٧٨
الارض	٩٢٩٦٥٤٨٩	٨٩٨٩٤٩٥١	٩١٤٣٠٢٢٠
المريخ	١٥٢٢٨٣٩٢٦	١٢٦٣٤٠٥١٦	١٣٩٣١٣٢٢٦
النجوم			٢٤٥٠٠٠٠٠٠
المشتري	٤٩٨٦٠٣٧٦٨	٤٥٢٧٨٣٥٣٠	٤٧٥٦٩٣١٤٩
زحل	٩٢١١٠٥٠٢٧	٨٢٣١٦٤١٣٩	٨٧٢١٣٤٥٨٢
اورانوس	١٨٣٥٧٠٠٨٢٥	١٦٧٢٠٠١٢٧٩	١٧٥٣٨٥١٠٥٢
نبتون	٢٧٧٠٢١٧٣٤٤	٢٧٢٢٣٢٥١٢٠	٢٦٤٦٢٧٢٢٢٢

دوران السيارات النجمي واليومي

اسم	دوران نجمي اشهرًا	دوران نجمي ايامًا	حركة يومية معدل	دوران على المحور
عطارد	٣ اشهر	٨٧ ^٢ ٦٦٩	٤° ٥' ٢٢ ^٢ ٦	٢٤ ^٢ ٩١ ساعة
الزهرة	٧ ^١ / _٢ "	٢٢٤ ^٢ ٧٠١	١° ٢٦' ٧ ^٢ ٧	٢٣ ^٢ ٣٥ "
الارض	١ سنة	٣٦٥ ^٢ ٢٥٦	٠° ٥٩' ٨ ^٢ ٣	٢٤ ^٢ ٠٠ "
المريخ	٢ "	٦٨٦ ^٢ ٩٨٠	٠° ٣١' ٢٦ ^٢ ٥	٢٤ ^٢ ٦٦ "

اسم	دوران فنجي اشهرًا	دوران فنجي ايامًا	حركة يومية معدّل	دوران على المحور
النبيات $\frac{4}{7}$	"	"	"	"
المشتري ١٢	"	٤٢٣٣' ٥٨٥	٠' ٤' ٥٩"	٩' ٩٣ ساعة
زُحل ٢٩	"	١٠٧٥٩' ٢٢٠	٠' ٢' ٠"	١٠' ٤٨
اورانوس ٨٤	"	٣٠٦٨٦' ٨٢١	٠' ٠' ٤٢"	"
نبتون ١٦٤	"	٦٠١٣٦' ٧١٠	٠' ٠' ٢١"	"

فُلْكَان

(٢٧٥) منذ نحو ١٥ سنة كان لا فريهر في اصطلاح زيج لعطارد فوجد خطأ في حركة نقطة الرأس المحسوبة له قبل وزعم ان ذلك الخطأ لا يُعَلَّل عنه إلا بان جرم الزهرة هو أكبر من الجرم المحسوب لها او بوجود سيار فلكه داخل فلك عطارد منه اضطراب حركات عطارد واُعلن فكره هذا في خريف سنة ١٨٥٩ ولما اشتهر هذا الرأي تقدم طيب من مقاطعة ابورولوار في فرنسا اسمه لسكاربولت وقال انه في تلك السنة نفسها في ٢٦ اذار رأى جرمًا يمر على قرص الشمس زعم انه سيار ولكنه لم يجلس على اشتهار ما رآه حتى برأه ثانية واخبر عن كيفية ظروف نظره اياه فزاره لا فريهر وقرّره واقتنع بانه قد شاهد مرور سيار على قرص الشمس ومن رصد لسكاربولت حسب لا فريهر مبادي السيار بالتقريب

طول العقدة الصاعدة	١٢' ١٥"
ميل فلكه	١٢' ١٠"
نصف المحور الاطول ($1 = \oplus$)	١٤٣' ٠"
حركة يومية شمسية	١٨' ١٦"
مدة دوران حول الشمس	١٩' ٦٧"
معدّل بعد عن الشمس	٨٣٠٠٠ ١٢ ميل
قطر الشمس الظاهر منه	٢' ٣٦"
معظم تباينه	٨'

وفي ٢٠ اذار سنة ١٨٦٢ كان المعلم لومس في منشستر يرصد الشمس بين الساعة ٨ و ٩ صباحًا فرأى نقطة مستديرة سريعة الحركة تمر على قرص الشمس ووجه نظره واحد من اصحابه اليها وبعد ما رصدها نحو ٢٠ دقيقة التزم ان يترك الرصد ولكنه لم يشك في كون تلك النقطة سيارًا قطره

الظاهر نحو ٧° وفي ٢٠ مرّ على نحو ١٢' من القوس ومن هنا الرصد حسب مباديّه قالس ورادو

قالس	رادو	طول العقدة الصاعدة
٢° ٥٢'		
١٠° ٢١'		ميل فلكه
١٢٢° ٠'	١٤٤° ٠'	طول المحور الأطول (1 = ⊕)
٢٠° ٢٢'	١٨° ٥'	حركة يومية شمسية
١٧° ١٢'	١٩° ٢٢'	مدة
١٢٠٧٦٠٠٠	١٢١٧٤٠٠٠	معدّل البعد عن الشمس

من طول العقدة الشمسي نرى ان عبوره اذا حدث يحدث بين ٢٥ اذارو ١٠ نيسان عند العقدة النازلة وبين ٢٧ ايلول و ١٤ تشرين الأول عند العقدة الصاعدة وقد شوهدت في تلك الاوقات نقطة سوداء تمر على قرص الشمس مراراً كثيرة

عطارد ☿

(٢٧٦) معدّل بعد من الشمس ٢٥٢٩٢٠٠٠ ميل ومدة دورانه حول الشمس ٢ اشهر اي ٨٧° ٢٢' ١٥" وقطره ٢٩٦٢ ميلاً. دورانه على محوره في ٢٤° ٩١' اي ٢٤° ٥' ٢٠" وثقله النوعي ١١° ومباينه فلكه = ٢٠٥° فبكون معظم بعد عن الشمس ٤٢٦٦٥٠٠٠ ميل واقربه اليها ٢٨١١٩٠٠٠ ميل وقطره الظاهر عند الاقتران الاعلى ٤° ٥" وعبد الاقتران الاسفل ١٢° ٩" وعند معظم تباينه نحو ٧° وفضيلة قطره النظري والاستوائي $\frac{1}{19}$ وميل فلكه على دائرة البروج ٧°

(٢٧٧) ان هذا السيار يكون فلكه داخل فلك الارض يظهر ابداً الى جهة الشمس ولا يبعد عن الشمس اكثر من ٢٨° ٤٨' وبسبب مباينه فلكه يختلف معظم تباينه بين ٢٨° ٤٨' و ١٦° ١٢' فيظهر في جهة الغرب بعد الغروب قليلاً او في الشرق قبل الشروق قليلاً وفي الجهات الشمالية والجنوبية حيث يطول الشفق فلما يرى عطارد بالنظر المجرد ولا يرى ابداً الا متى كان بقرب معظم تباينه ويرى بالنظارة ولو كان بقرب الشمس

ليكن ي (شكل ١٠٢) الارض ولنرضها ثابتة في موضعها قليلاً وليكن ا س ب د فلك عطارد وش الشمس وب ش آ الثوابت فتري الشمس عند ش بين الثوابت ومتى كان عطارد عند ب يمر به عند ب وفي مروره من ب الى د وا يظهر كانه مرّ من ب الى آ ثم عند ا فلائه

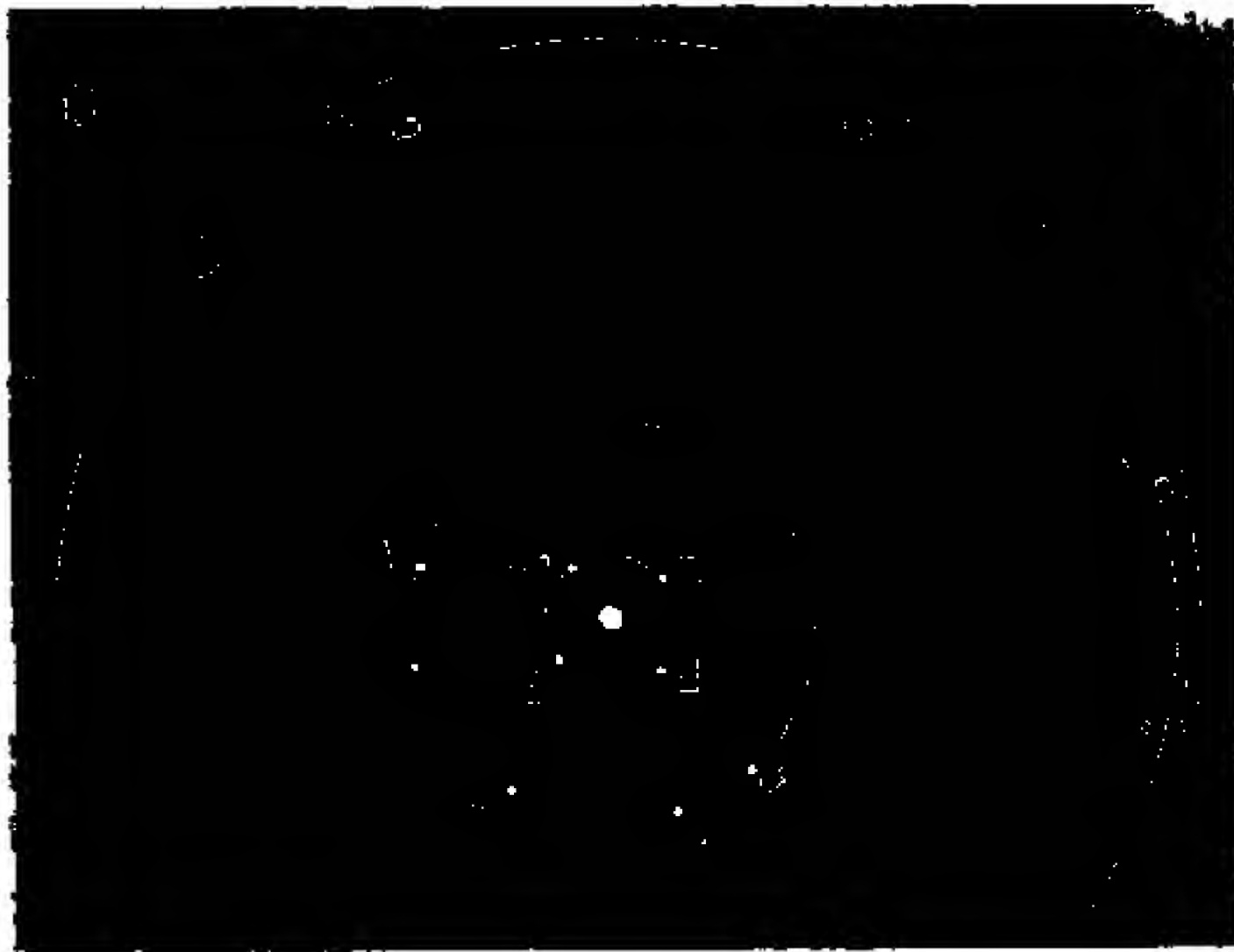
سائر نحو الارض يظهر كانه ثابت مئة عند ا وفي مرور من ا الى ب يظهر كانه مر من آ الى ب اي



شكل ١٠٢

على حركة متقهرة وعند ب يثبت قليلاً لانه سائر
عن الارض ولكون الشمس عند ش يمر عليها السيار
بحركته المستقيمة والمتقهرة ومتى كان عند س فهو في
الاقتران الاسفل (اي متى كان السيار بين الشمس
والارض وعند د الاقتران الاعلى اي متى كان في
الجهة المتعابلة من فلكه والشمس بينه وبين الارض)
ومتى كان عند ب او ا قيل انه في معظم تباينه ومتى
كان في الاقتران الاعلى فحركته مستقيمة ومتى كان في
الاسفل فحركته متقهرة ولو كانت الارض ساكنة حسب
ما فرضنا لبان السيار ثابتاً مئة عند تباينه الاعظم

(٢٧٨) وتغير روية هذه الحركات بحركة الارض في فلكها الى نفس جهة حركة عطارد اي
من الغرب الى الشرق كما يتضح من شكل ١٠٤ وعطارد يدور نحو اربع مرات حول الشمس بينما
تدور الارض مرة واحدة حولها فمن ذلك تطول قوس الحركة المستقيمة وتقصر قوس الحركة المتقهرة



شكل ١٠٤

الظاهرة . فلنفرض الارض عند ا وعطارد عند ف فيرى بين النجوم عند ل وبينما تمر الارض الى
ب يمر عطارد على الاقتران الاسفل ويصل الى غ ويظهر عند م فكانه نهار من ل الى م . وبينما

تمر الأرض الى س يكون عطارد قد مر في القوس غ ك ح فمكون في الاقتران الاعلى عند ن
وبينما تمر الأرض الى د يدور عطارد من ح الى ف الى غ فيتقدم بين النجوم الى ر ثم بينا تمر الأرض
الى ي يمر عطارد من قح الى ك فيظهر كأنه تحرك من ر الى ق ثم ياخذ بالتقدم ايضاً ولم جراً
اسه بحركة الأرض تطول قوس الحركة المستقيمة وتقصر قوس الحركة المنقصة وقوس التقهر
تغير بين ٢٣° و ١٥° و ٤٤°

(٢٧٩) لو كانت الأرض ثابتة كما فرض شكل ١٠٢ لظهر السيار ثابتاً وهو عند ا وب حيث
يلاني دائرة حاسان من الأرض ولكن حركة الأرض تقرب نقطة الثبات نحو الاقتران الاسفل
قليلاً . لانه لا يظهر ثابتاً الا اذا عدلت حركة الأرض حركة السيار المنعكسة ونلك النقطة عندما
يبلغ ثباته ١٥° او ٣٠° حسبما يكون السيار اقرب الى نقطة الرأس او نقطة الذنب من فلكه
(٢٨٠) دوران سيار القانوني هو المدة بين اقتران واقتران من نوع واحد اسه بالنسبة الى
الأرض لا بالنسبة الى نجم ما ومدة دوران عطارد القانوني هي ١١٦ يوماً اي نحو شهر اطول من دورانه
النجمي الذي هو ٨٧ يوماً ٢٣ ساعة و ١٥ و ٤٣ . ومباينة فلكه نحو اي أكثر من مباينة فلك
الأرض التي هي ١/٦ فيكون الفرق بين المحور الاطول ومنضمه ١/٦ من أكبرها فقط وبيل فلكه على
دائرة البروج ٧° كما تقدم وحركة اليومية نحو ٢٤٠٠٠٠٠ ميل كل يوم اي ١٠٠٠٠٠ ميل كل
ساعة ونحو ٢٨ ميل كل ثانية



شكل ١٠٥ عطارد بين الاقتران الاعلى والاسفل اي بعد الغروب



شكل ١٠٦ عطارد بين الاقتران الاسفل والاعلى اي قبل الشروق

(٢٨١) عند الاقتران الاسفل من شكل ١٠٢ يجه نحو الأرض جانب السيار المظلم فيكون
مثل القمر في المحاق وعند الاقتران الاعلى د يرى كل وجهه المنور وبين هاتين النقطتين يظهر هلالاً

او نصف وجهه واكثر مثل القمر (شكل ١٠٥ و ١٠٦) اما معظم نوره فليس عند الاقتران الاعلى لزيادة بعده حيث لا عند الاقتران الاسفل لكون وجهه المظلم متجهاً نحونا حيث لا بل بين معظم تباينى الاقتران الاعلى متى كان بينه وبين الشمس نحو ٢٢ اما نسبة قطر الظاهر في الاقتران الاسفل اليه في الاعلى " ١ : ٢ ١/٢ " قد تقدم ان قطر عطارد يعدل نحو ١/٢ معدل قطر الارض فنسبة مساحة سطح الارض الى مساحة سطح عطارد " ١ : ١٤ " ونسبة جرمها الى جرمه " ١ : ٥٢ " ونسبة مادتها الى مادته " ١ : ٦٥ " .

(٢٧٢) بعد سيار اسفل عن الشمس يستعلم بقياس تباينى الاعظم . مثاله ان كان عند ع (شكل ١٠٧) فلنا ش ص ع و ص ع ش قائمة وش ص معروف فنستعلم ش غ ويتكرر الرصد في مواضع مختلفة من فلكه نستعلم هيئة فلكه .

(٢٧٣) قد يتفق عند الاقتران الاسفل ان عطارد يتوسط بين الارض والشمس فيعبر على وجه الشمس ويرى على سطحها على هيئة نقطة سوداء . ولو وافق سطح فلكه سطح دائرة البروج لحث هذا العبور عند كل اقتران اسفل وبما انه مائل عليه لا يحصل الا اذا كان السيار بقرب العقدة عند الاقتران بحيث يكون بعده عن دائرة البروج اقل من نصف قطر الشمس الظاهري اقل من ١٦' وحد العبور ١٠' عن العقدة والعقدتان واقعتان في القسم من دائرة الارض الذي تمر به في ثا وبارقلا يحدث عبور عطارد الا في هذين الشهرين وبالاكثر في ثا لان السيار حيث لا اقرب الى الشمس . وللعقدتين تقهر من جهة موضعها فعلى نمادي السنين بتغير شهر العبور



(٢٧٤) بينما تدور الارض ١٢ دورة من عقدة الى عقدة بدور عطارد

٥٤ دورة تقريباً فكل ١٢ سنة يعود الجرمان الى النسبة الاولى بينهما موقعاً . شكل ١٠٧

واقصر المداات بين عبور وعبور عند العقدة الواحدة ٧ سنين فيها بدور عطارد ٢٩ دورة تقريباً و٧

+ ٢ = ٢ ١/٢ اي ربما يحدث عبور عند العقدة الاخرى بعد ٢ ١/٢ سنين

افرض

ع = مرار دوران الارض

ع = " " السيار

س = طول سنة الارض الشمسية

س = " " السيار



شكل ١٠٨ منطقة استوائية على عطارد

فلنا $ع س = ع م$

(٥٦) .

$$ع = ع - ع$$

ومدة الأرض ٢٥٦ ٢٦٥ يوماً ومدة عطارد ٨٧ ٩٧ يوماً فحسب معادلة (٥٦) لنا .

$$\frac{٢٣}{١٣٧} \frac{١٢}{٥٤} \frac{٧}{٢٩} \text{ الخ أي يحدث عبور عند العقدة الواحدة كل } ٧ \text{ و } ١٢ \text{ و } ٢٣ \text{ الخ سنة}$$

أما حد العبور فيستعمل هكذا

ليكن $ي$ قوساً من دائرة البروج

(شكل ١٠٩) و $و$ قوساً من فلك

السيار و $ع$ العقدة و $ص$ ف نابن

السيار $هـ$ المائي = $\frac{١}{٢} ق$ الشمس + $\frac{١}{٢} ق$

السيار فيكون $ص ع$ حد العبور

افرض $ص ع$ ف أي ميل فلك السيار = $م$

" $ص ف$ = $ص$

و $ص ع$ = حد العبور = $ح$

فلما في المثلث القائم الزاوية $ص ع ف$

$$\frac{١}{٢} ق \times ج ص = ج م \times ج ح \text{ أي}$$

(٥٧)

$$جيب ح = \frac{ج ص}{١ ح}$$

و $ص = \frac{١}{٢} ق$ الشمس + $\frac{١}{٢} ق$ السيار + اختلاف الأفقي إلا اختلاف الشمس الأفقي كما تقدم في

الكسوف

وبما أن $ص$ كمية متغيرة وم كذلك فقيمة $ح$ متغيرة

حدث عبور عطارد ث ١١ سنة ١٨٦١ و ٤ ث ٦٨ وسجد ث ٧ ٨١ وإيار ٩ سنة ٩١

و ث ١٠ سنة ٩٤

أما مدة العبور فتختلف كثيراً وقد تدوم ٨ ساعات

(٢٧٥) عند عبور عطارد يرى ظلة على سطح الشمس دائمة تامة ومن ثم يظهر أنه غير مسطح

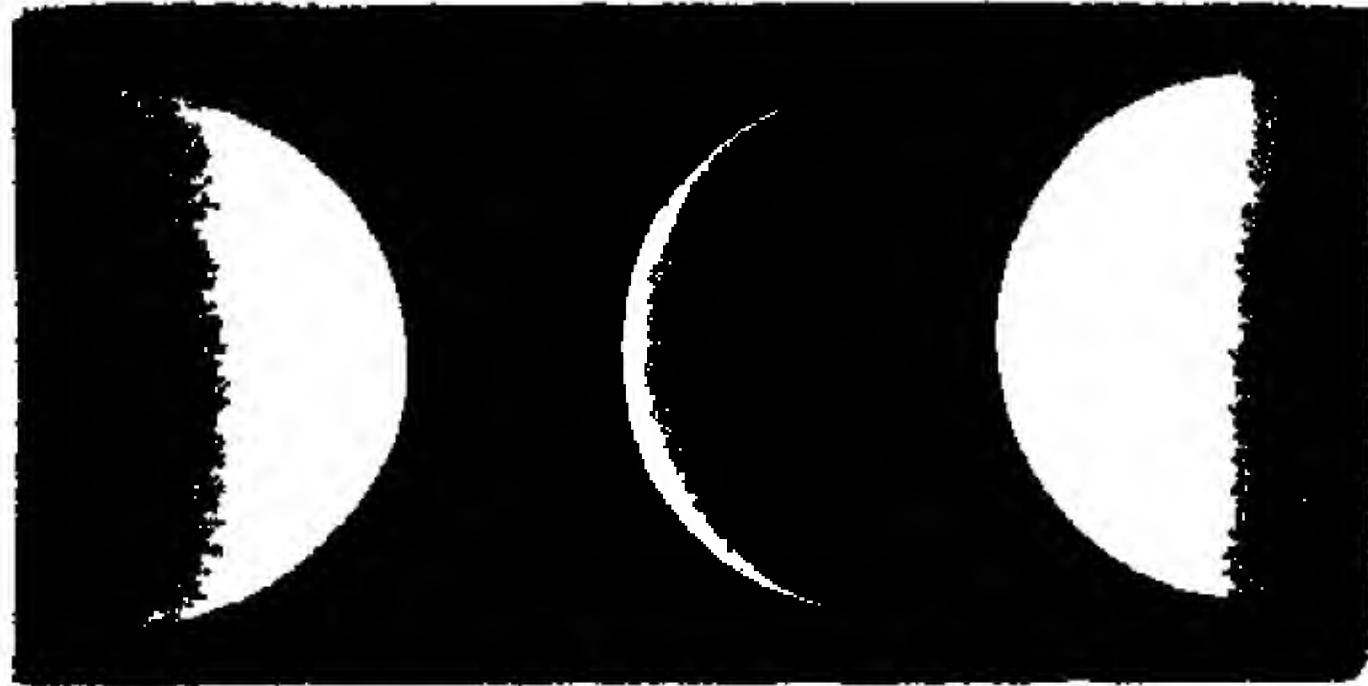
عند قطبيه خلاف الأرض وقيل هو $\frac{١}{٣٩}$ والخط الفاصل بين الجزء المنور والمظلم غير مستقيم مثل

الخط الفاصل في القمر (شكل ١١٠) وذلك دليل على عدم استواء سطحه وقد حسب بعضهم ارتفاع

بعض جباله ١١ ميلاً والنور يقل تدريجاً نحو الخط الفاصل وذلك دليل على وجود كرة هوائية فيه

(٢٧٦) من شدة النور عند عطارد يعسر معرفة ميل محوره على سطح فلكه وقد عين ذلك

بعضهم ٢٠ غير ان الامر لم يؤكد (ميل محور الارض على دائرة البروج = $\frac{1}{4}$ ٦٦) فيل سطح فلكه على خط الاستوائي = ٢٠ وقال بعضهم ان ميله اكثر من ذلك كثيراً وعلى ذلك يكون اختلاف فصوله عظيماً جداً



شكل ١١٠ رؤى عطارد القرن الجنوبي ابر

متى كان اقرب الى الشمس فنوره وحرارته من الشمس $\frac{1}{10}$ امثال نور الارض وحرارتها وعند البعد الابعد يقلان اكثر من نصف مقدارها وكل فصل من فصوله نحو ٢ اسابيع فان كان فيه حيوة تكون على غير هيئة الحيوة على الارض نباتية كانت او حيوانية غير انه قد يمكن ان تتلطف الحرارة والنور بواسطة هوائ الكروي. فان رؤوس جبال حملايا المكسية ثلوجاً موبدة هي اقرب الى الشمس من سهول هندستان المحرقة. اما كثافته فضاغف كثافة الارض وتعديل كثافة الذهب تقريباً ولكن من صغر تكون الجاذبية على سطحها ما هي على سطح الارض فتخف الاوزان على سطحها على هذه النسبة

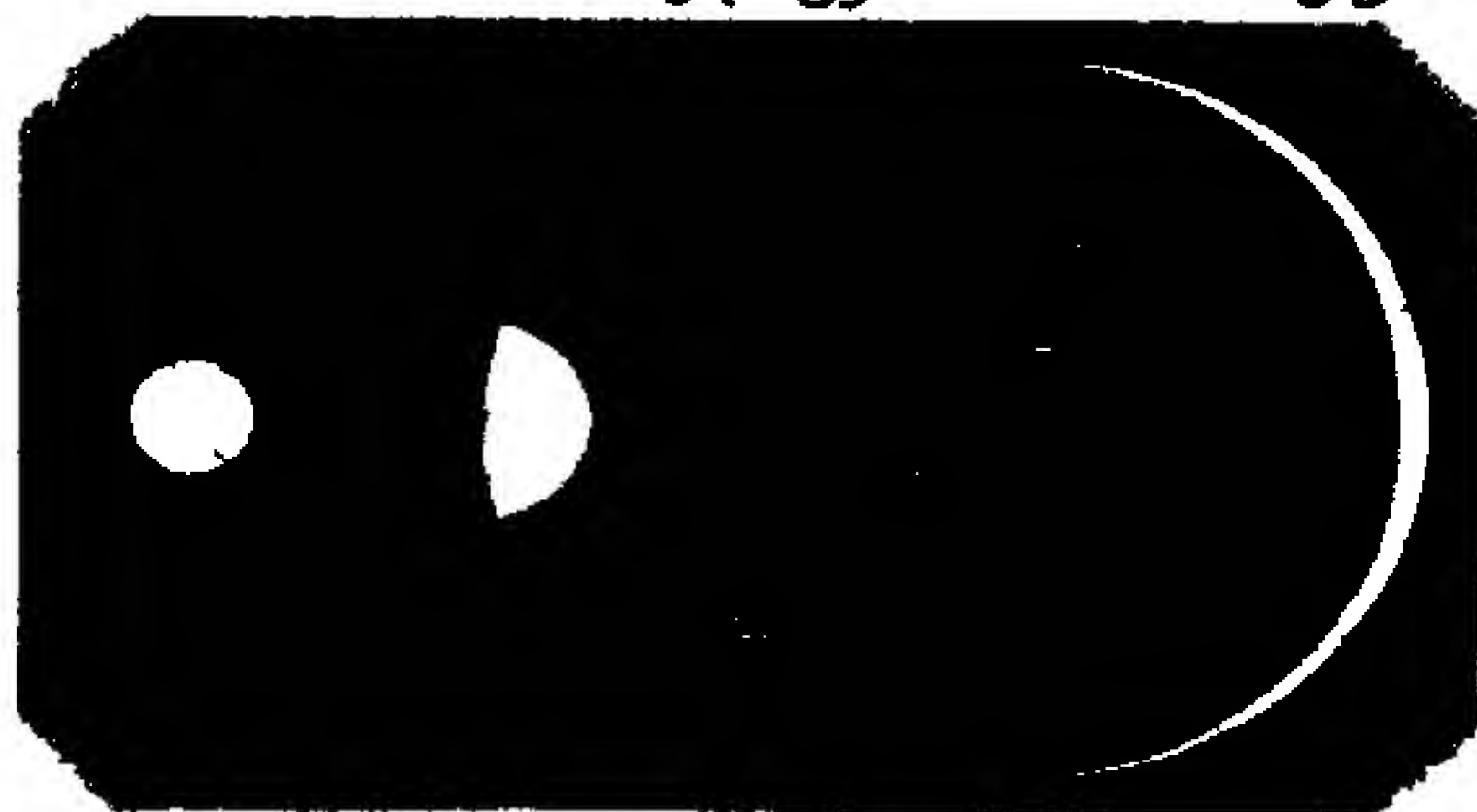
بما انه ليس لعطارد قمر معروف فمعرفة مادته عسرة وقد حسبها البعض من فعله في نجم ذنبه ذنب معروف بذنب انكي فكانت حسب انكي $\frac{1}{4170701}$ من الشمس وحسب لافريير $\frac{1}{4348000}$ وحسب لير $\frac{1}{3030810}$ وحسب مودلر $\frac{1}{4870333}$ لاستعلام موقع هذا السيار يعتمد على زيج لافريير

الزهرة ♀

(٢٧٧) معدل بعدها عن الشمس ٦٦١٢١٠٠٠ ميل ولقلة مباينة فلكها اي ٠٠٠٦ لا يختلف بعدها عن الشمس كثيراً فبعدها الابعد ٦٦٥٨٥٠٠٠ والاقر ٦٥٦٧٧٠٠٠ ومدة دوراتها $\frac{1}{4}$ اي ٢٢٤ ١٦ ٤٩ ٨ وقطرها الظاهر عند الاقتران الاعلى ٢٧" وعند الاسفل ٦٦٥" وعند معظم ثباتها نحو ٢٥" ومعدل ١٧٥٥" وحسب بعضهم ١٦٩٤٤" فقطرها الحقيقي

٢٥١٠ أميال ويومها $22^{\circ} 45'$ ساعة وثقلها النوعي $5^{\circ} 2'$ ولا يُعرف مقدار التسبج عند التطين
 أما حركاتها فمثل حركات عطارد أي حركة مستقيمة ومتغيرة ومعظم تباينها $15^{\circ} 47'$ ومدتها
 النجمية لا تفرق عن مدة الأرض النجمية إلا قليلاً فتطول بذلك مدتها القانونية $\frac{1}{4}$ سنة تقريباً أي
 $584^{\circ} 92'$ يوماً فتكون نحو 292 يوماً إلى شرقي الشمس ومثل ذلك إلى غربيها أي تكون نجم الصبح
 ونجم الغروب 292 يوماً على التعاقب
 فبعد تغيرها من ل إلى م (شكل ١٠٤) تحرك بالاستقامة $\frac{1}{4}$ دورة قبل الحركة الثميرية
 الثانية من ر إلى ف

للزهرة رؤية مثل رؤية عطارد من جهة كونها هلالاً وبدراً ولها أيضاً اقتران أسفل وأعلى غير
 أن قطرها الظاهري هلال ٦ مرات ونيف قطرها وهي بدر لان بعدها عن الأرض عند الاقتران
 الأسفل $6600000 - 27000000 = 20400000$ ميل وعند الاقتران الأعلى $20400000 + 27000000 = 47400000$
 + $6600000 = 54000000$ ومعلم نورها هو متى كان تباينها 40° أي بين التباين الأعظم
 والاقتران الأسفل وإذا ذاك فقد تشاهد طول النهار

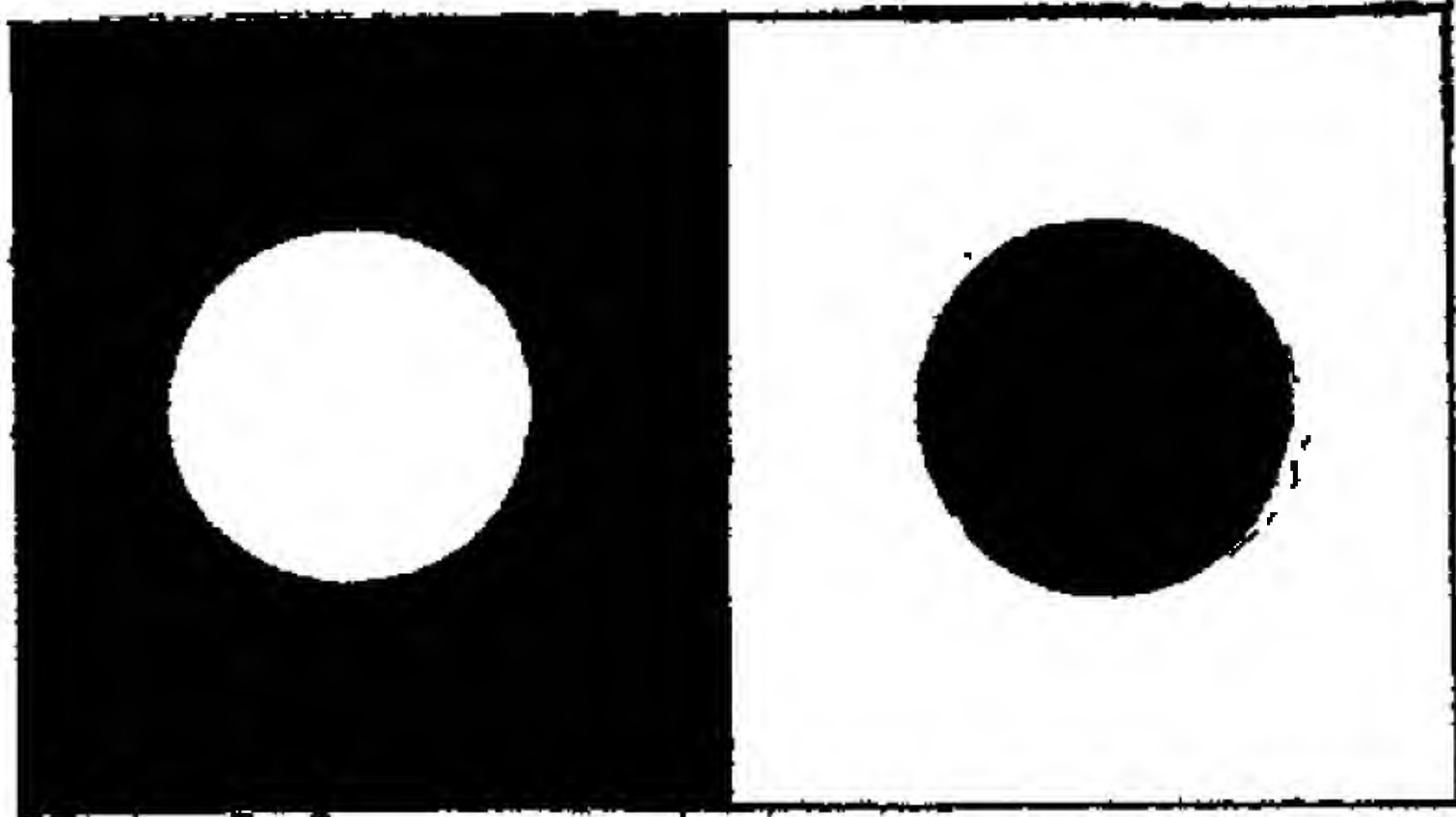


شكل ١١١ الزهرة في الاقتران الأسفل وفي التربع والاقتران الأعلى

(٢٧٨) اقتران الزهرة والشمس يقع في مكان واحد من السماء كل ثمانين سنين لان مدتها
 القانونية = 584 يوماً ومدتها النجمية = $224^{\circ} 7'$ يوماً فلنا
 $224^{\circ} 7' : 584 :: 360^{\circ} : 935^{\circ} 6'$ = فوس الطول الذي تمر به الزهرة بين اقتران
 واقتران اطرح 720° أي دورتين كاملتين يبقى $215^{\circ} 6'$ أي مقدار تقدم الاقتران الثاني على الأول
 فإذا في خمس دورات قانونية أو 2920 يوماً تكون نقطة معينة من دائرتها قد تقدمت $215^{\circ} 6'$
 $5 \times 2920 = 14600$ فإذا في نهاية خمس دورات قانونية أي 2920 يوماً = 8 سنين يعود
 الاقتران إلى النقطة التي كان فيها قبل ثمانين سنين فتعود رؤياها من الأرض على نفس واحد في

كل ٨ سنين تقريباً

في شكل ١١٢ القرص الاسود على قدر الابيض تماماً والظاهر اكبر وذلك من الاشعاع به يظهر جسم منور اكبر ما هو حقيقة فالقسم المنور من القمر ومن الزهرة يظهر كانه قطعة من كرة اكبر من كرة القسم المظلم فيكبر بذلك القطر الظاهر لكل جرم نير عن حقيقته



شكل ١١٢ فعل الانعراج في قدر جرم الظاهر

(٢٧٩) عبور الزهرة على وجه الشمس

ميل دائرة الزهرة على دائرة البروج نحو $\frac{1}{2}^\circ$ والشمس تمر على العقدتين في شهر حزيران وشهر كانون الاول فيقع العبور في هذين الشهرين

كل ما دارت الزهرة ١٢ دورة تدور الارض ٨ دورات تقريباً فاذا حدث عبور عند عقدة يحدث ايضاً عند تلك العقدة بعد ٨ سنين . ولا تنصف هذه المدة كما في دوران عطارد حتى يستعلم وقت العبور عند العقدة الاخرى لان ٨ عدد شفع و ١٢ وتر فاذا نصفناها لنا ٤ دورات للارض و $\frac{1}{6}$ للزهرة فيكونان في جهتين متقابلتين من الشمس . اما ٢٣٥ سنة = ٢٨٢ دورة للزهرة أكثر تقريباً فعبور عند عقدة بكرر عند تلك العقدة بعد ٢٣٥ سنة ولكن نصف هذه المدة لا يدل على حدوث عبور عند العقدة الاخرى للسبب المذكور اعلاه

(٢٨٠) في ٢٢٧ سنة (اي ٢٣٥ - ٨) ٢٦٩ دورة للزهرة الا $\frac{1}{6}$ يوم فينتظر تكرار عبور

عند عقدة ما كل ٢٢٧ سنة وعند نصف هذه المدة ينتظر عبور عند العقدة الاخرى لانه بعد $\frac{1}{6}$ دورة للارض و $\frac{1}{6}$ للزهرة تكونان على جانب واحد من الشمس وهذه المدة اي $\frac{1}{6}$ اذا اضيف اليها ٨ سنين او طرح منها ٨ سنين تعين عبورين آخرين فتكون المدة بين عبور وعبور غالباً ٨ و $\frac{1}{6}$ و ١٠ و $\frac{1}{6}$ و ١٢ و $\frac{1}{6}$ كما برى ما حدث او سيحدث بين سنة ١٥١٨ و ٢٠٠٤

٥	حزيران	١٥١٨	
٣	"	١٥٣٦	بعد ٨ سنين
٤	ك'	١٦٣٩	" ١١٣ ١/٢ سنة
٥	حزيران	١٧٦١	" ١٢١ ١/٢ سنة
٣	"	١٧٦٩	" ٨ سنين
٨	ك'	١٨٧٤	" ١٠٥ ١/٢ سنة
٦	ك'	١٨٨٣	" ٨ سنين
٧	حزيران	٢٠٠٤	" ١٢١ ١/٢ سنة



شكل ١١٣ قدر الأرض والزهرة النسي

(٢٨١) لعبور الزهرة اعتبارا كلي عند علماء هذا الفن لانه يؤتمتع باختلاف الشمس الافقي الذي منه تتوصل الى معرفة بعد الأرض عن الشمس ومن ثم بقاعدة كلر الى بعد السيارات جميعا ولذلك رُصد بكل تدقيق في اماكن كثيرة سنة ١٧٦٩ فالواسطة لاستعلام الاختلاف الافقي المذكور انما (ع٢) بمجمل خطأ ٤" ولذلك لا يُعتمد به في القمر الذي اختلافه = ١" تقريبا ولكن ٤" هي مقدار نصف اختلاف الشمس الافقي كذا

(٢٨٢) لما كان فلك الزهرة بين فلك الأرض والشمس فيسبب قربها بخلاف موقعها باختلاف مكان الناظر على سطح الأرض كما تقدم في القمر وان حدث عبور بخلاف موقع الزهرة على وجه الشمس باختلاف مقام الناظر وفي عبور سنة ١٧٦٩ رُصد من ورد هوس في لابلاند ومن طمهي جزيرة من جزائر جنوبي البحر المحيط وكيفية استعلام اختلاف الشمس الافقي من عبور الزهرة توضح من شكل ١١٤

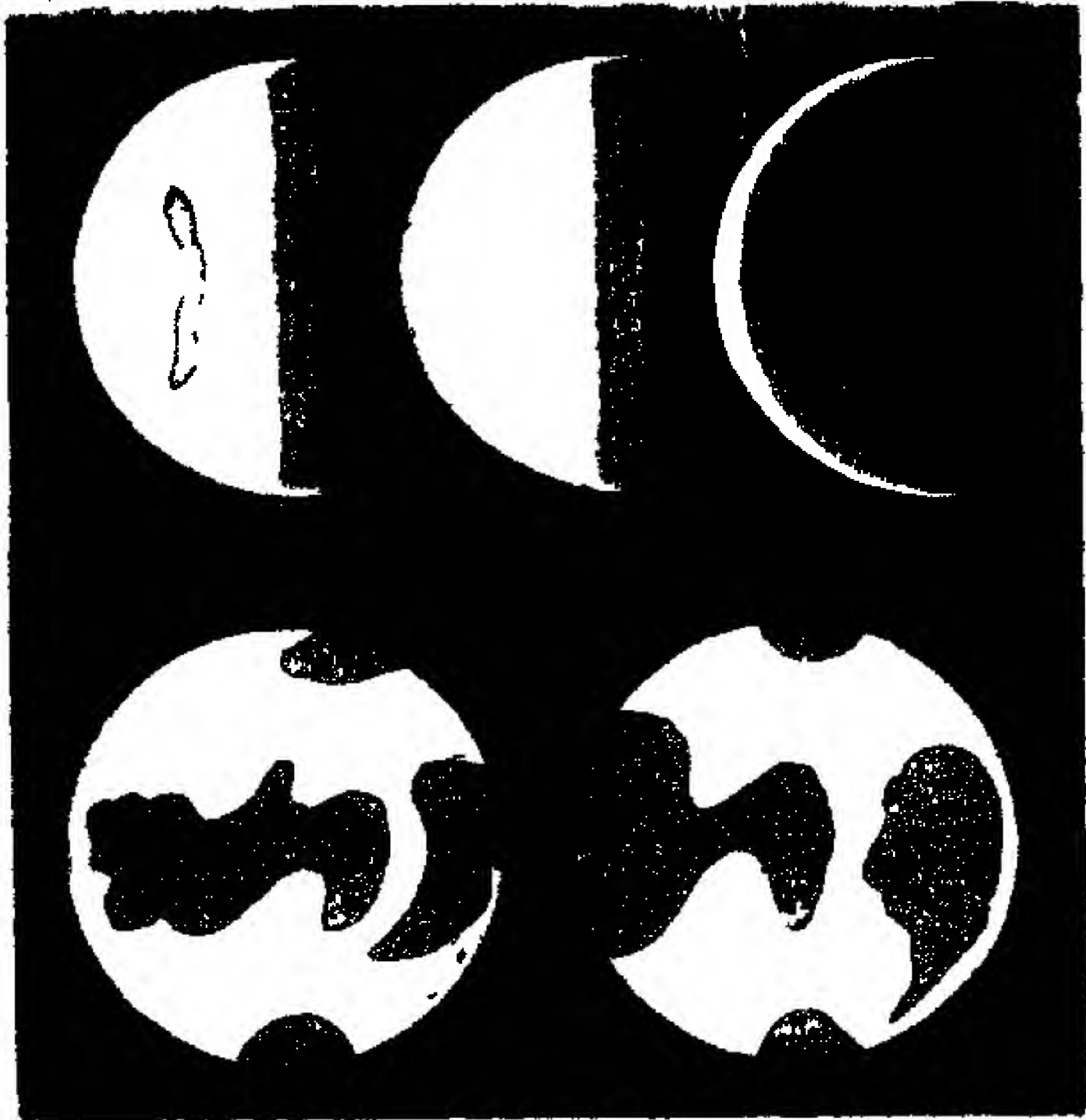
ليكن ص (شكل ١١٤) الشمس والزهرة ي الأرض فناظر عند ا يرى الزهرة عند آ وناظر عند ب يراها عند ب ويجوز ان يُحسب ب و ا و متساويين وكذلك وب و آ فالمثلثان اوب آوب متشابهان ولنا ا و آ و ا ب و آ ب ونسبة ا و آ و آ معروفة لان مدة السيارات

معروفة فتُعرَف نسبة بعد الواحد منها الى بعد الآخر بقاعدة كبر الثالثة اي
 ١ - ٧٢٣ : ٠ : ٧٢٣ :: ١ : ٦١ : ٢ تقريباً ونسبة نصف قطر الارض اي $\frac{1}{4}$ ب : نصف
 آ ب :: ١ : ٢٢ : ٥ تقريباً فتُعرَف نسبة ا ب : آ ب



شكل ١١٤

تم لاجل استعمال آ ب في ثواني من القوس يعين الراصد وقت دخول السيار على وجه
 الشمس ووقت خروجه منه فيُعرَف مدة العبور لكل راصد وحيث تُعرَف حركة الشمس وحركة



شكل ١١٥ رؤى الزهرة وكلف عليها

الزهرة تحول هذه المدة الى قوس فتُعرَف الدقائق في الوتر س د والوتر ر ف وفي نصفها

س آ رب واما الدقائق في $\frac{1}{4}$ ق الشمس اي س ص او رص فعروفة في المثلثين القائي الزوايا س آ ص رب ص يُستعلم ص آ و ص ب فيعرف آ ب اي يعرف الزاوية عند الشمس التي يقابلها خط مفروض على الارض اية الزاوية التي يقابلها $\frac{1}{4}$ ق الارض اي الاختلاف الاقني

من العبور الذي رُصد في ١٧٦٩ حُسِبَ معْدَل الاختلاف ٥٧٧٦ ٨" وقد تقدم ان بعض الدلائل تدل على انه اكثر من ذلك قليلاً وسوف يتعين في العبور المقبل في ٨ ك ٧٤ (٢٨٣) اذا نُظِرَ الى الزهرة وهي على معظم تباعبها تبان مثل القمر في الربيع (شكل ١١٥) وبين معظم التباين والاقتران الاسفل تبان مثل الهلال (شكل ١١١) لاسيما في النهار ومن تفريص المخطط الفاصل يتضح وجود جبال على سطحها وعليه ايضاً بعض النفط من حركتها حُسِبَ دوران الزهرة على محورها نحو ٢٤ ساعة كما تقدم ومن نقصان النور بالتدرج نحو المخطط الفاصل وبعض الكلف ظهرت لها كرة هوائية وبخارية وقد حُسِبَ علو بعض جبالها ٢٧ ميلاً غير ان ذلك تحت الشك من صعوبة رصد هذا السيار من قبل شدة لمعانه . لم يتحقق ميل محور الزهرة على سطح دائريها وقيل انه ٧٥° واذ ذاك يتوجه كل قطب نحو الشمس دو اليك في كل دوران وتغير فصولها كل ٢٢٤ يوماً من شدة المحر الى شدة البرد

قال بعضهم بقهر للزهرة فانكر ذلك البعض . فان كان لها قمر يكون صغيراً جداً مادة الزهرة بالنسبة الى الشمس هي حسب انكي $\frac{1}{401839}$ وحسب لانيرو $\frac{1}{405871}$ وحسب ميدلر $\frac{1}{401718}$ وحسب لافريير $\frac{1}{412150}$ لاستعلام موقع هذا السيار يعتمد على زيج لافريير

الفصل العاشر

في السيارات العليا

المرنج والنجميات والمشتري وزحل واورانوس ونبتون

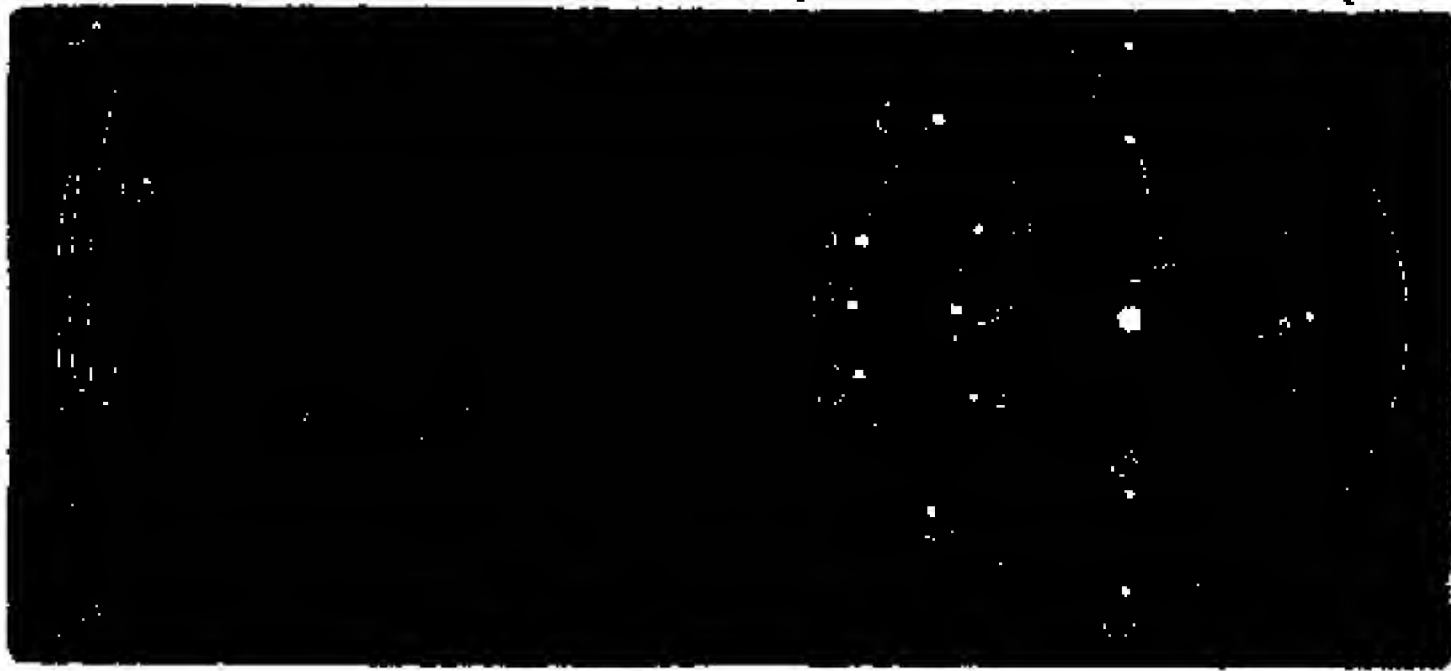
(٢٨٤) تمتاز السيارات العليا من السفلى بانها ترى على كل بعد من الشمس بين اقتران واستقبال اي بين صفر و ١٨٠° ولما كانت افلاكها خارج فلك الارض فلها اقتران اعلى واستقبال

وليس لما اقتران اسفل ولا تُرى على اوجه مختلفة مثل الزهرة وعطارد والقمر بل ترى ابدًا وجوها
المنورة لبعدها العظيم الآ المرّيج الذي من قربه الى الارض يرى متى كان في التربع مثل القمر ثلاثة
ايام قبل البدر ويظهر نقص جانب المشتري الشرقي اذا كان في التربع

المرّيج هـ

(٢٨٥) معدل بعد المرّيج عن الشمس ١٢٩٢١٢٠٠٠ ميل ومعطلة ١٥٢٢٨٤٠٠٠
واقلة ١٢٦٢٤٠٠٠٠ ميل وسنة ٦٨٦ ٢٢ ٣٠ ٤١ ٤١ وقطر الظاهر عند الاقتران ٤ ٤ ٤ وفي
الاستقبال ٢٠ ٤ ومعدلة ٢٨ ٧ وقد اختلفوا كثيرا من جهة تسطيح عند قطبيه فمنهم من قال
١ ١ ومنهم ٨ ٨ والاصح انه ما بين ١ ١ و ١ ١ فقطر ٥٠٠٠ ميل تقريبا ويومه ٢٤ ٢٩ ٢٧ ٢١
وثقله النوعي ٢ ٩ وقيل ٢ ٩ ومباينة فلكه ١ ١ وميل فلكه على دائرة البروج ٢ وخط الاستوائي
مائل على فلكه ٢٨ ٤٢ فقد يكون عن الارض ٢٢٢٠٠٠٠٠ ميل وقد يكون على بعد
٤٦٠٠٠٠٠ ميل منها . ومعدل حركته في فلكه ٥٤٠٠٠ ميل كل ساعة او ١٦ ميل كل ثانية
متى كان المرّيج في الاستقبال والاقتران يرى بدارا ومتى كان عند التربع يرى اكثر من
نصف وجهه المنور كما تقدم (ع ٢٨٤)

(٢٨٦) حركة المرّيج مثل سائر السيارات من الغرب الى الشرق وقد تسرع وقد تبطئ
حركته الظاهرة بسبب حركة الارض غير انه عند الاستقبال عندما تلحق الارض المرّيج وتسرعه
بالصعود المستقيم تظهر له حركة متعرجة كما ينضح من شكل ١١٦



شكل ١١٦

لنفرض الارض تدور دورة كاملة من ف الى ف بينا يدور المرّيج نصف دورة من غ الى ن
فتى كانت الارض عند ف يظهر المرّيج في جهة ف غ ومتى كانت الارض عند ا يكون المرّيج عند
ح ويظهر بين النجوم عند و ومتى وصلت الارض الى ب يكون المرّيج عند هـ فيظهر عند ط اي

حركة مستقيمة فتتباطأ كل ما اقترب الى ط ويبتعد عن الارض من ب الى س الى د يمر
المرنج بالنفس القصير ه ل فيظهر للارض متغيراً من ط الى ق ثم يتحرك بالاستقامة ايضاً
ومتى انتهت الارض الى ي يظهر المرنج عند ر ومتى انتهت الى ف يظهر الى جهة ف ن . ولهذا
السبب نفس لكل السيارات حركة متغيرة عند الاستقبال . يتبدل التغير او ينتهي متى كان بين
المرنج والشمس زاوية تختلف بين $128^{\circ} 44'$ و $146^{\circ} 27'$ وقوس التغير تختلف بين $10^{\circ} 6'$
و $19^{\circ} 45'$ ومنه التغير يختلف بين ٦٠ يوماً و ١٨ يوماً و ٨٠ يوماً و ١٥ يوماً وتعود الارض والمرنج الى الوضع
الواحد السي كل ٢٢ سنة تقريباً فينبغي رصد هذا السيار متى كان في الاستقبال ومتى حدث ذلك
عند وقوع الارض في نقطة الذنب والمرنج في نقطة الرأس لئلا يصير قطره الظاهر 23° وذلك
يحدث نحو كل ١٥ سنة وسوف يحدث سنة ١٨٧٧ وهذا الاتفاق يعود في كل ٨ سنين و ١٧ شهر
تقريباً

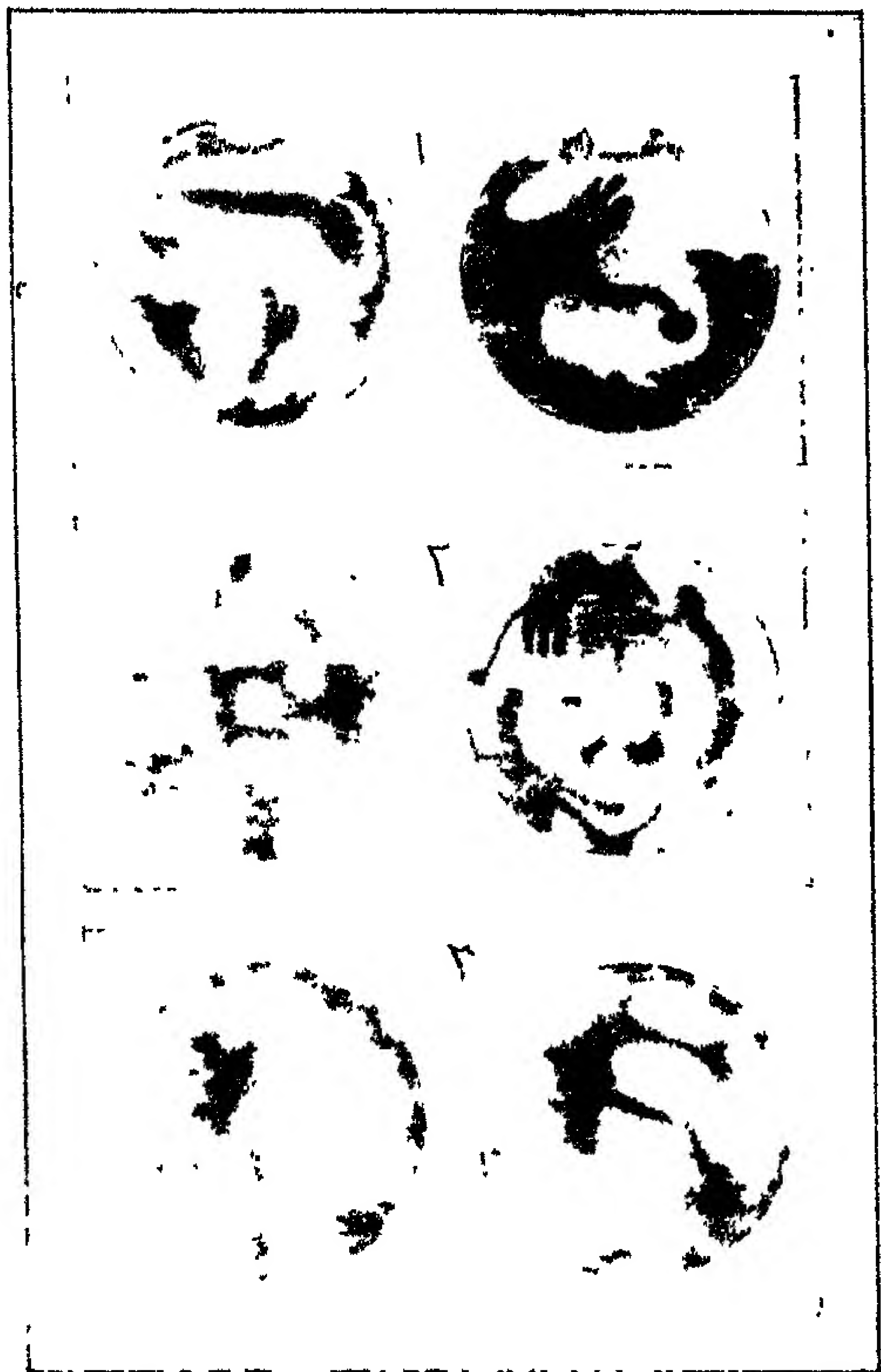
(٢٨٧) سنة المرنج ٦٨٧ يوماً من ايامنا فيكون الفصل فيه $\frac{1}{3}$ ه انهر وسبب ميل خطه
الاستوائي على سطح فلكه تكون منطقته الحارة اعرض من المنطقة الحارة على الارض بالنسبة الى سطح
السيار . اما يومه فاطول من يومنا كما تقدم (ع ٢٨٥) على نسبة ١٠٠ : ٩٧ فسنه ٦٦٨ يوماً
و ١٦ ساعة من ايامه وسبب مباينة فلكه يكون الصيف في نصفه الشمالي اقصر منه في الجنوبي على
نسبة ١٠٠ : ٧٩ غير انه بسبب قرب الى الشمس حيث لا يزيد بوجه وحرارة على ما في الصيف الجنوبي
فيه على نسبة ١٤٥ : ١٠٠ وفصل الربيع فيه ١٩٢ يوماً والصيف ١٨٠ يوماً والخريف ١٥٠ يوماً
والشتاء ١٤٧ يوماً

(٢٨٨) متى نُظِر الى بظارة قوية يظهر سطحه على اختلاف الوان مثل الحاصل من بر وحر
والبراكثر من البحر وحول قطبيه مساحة بيضاء تزيد في الشتاء وتضيق في الصيف يزعم انها من
الفلج القطبية (انظر صورة ٧) ووجود المياه تدل على البخر وكرة هوائية ابصاراً والسكندروسكوب
ايضاً يدل على بخار ماء فيه . والاقسام المصفرة اللون محسوبة برأ والمخضرة بحراً وعلى ذلك تكون
نسبة البر الى البحر في المرنج عكس ما هي في الارض ولم يكشف عن تسطح قطبي لهذا السيار
ان كان للمرنج اختلاف فصول كما تقدم وكرة هوائية وماء والبحر فظروقه واحواله تشبه الارض
في اشياء كثيرة غير ان الجاذبية على سطحه اقل مما هي على الارض على نسبة ٠.٠٢ الى واحد ونسبة
نور الى نور الارض ١ : ٤

حدث عبور المرنج على وجه المشتري ٩ كانون الثاني سنة ١٥٩١

ليس لهذا السيار قمر معروف فلا تعرف مادته الا تقريباً وهي على رأي ميدلر $\frac{1}{38.5}$ وعلى

الصورة السابعة



راي لا قريب $\frac{1}{3968300}$ على افتراض الشمس واحداً اما فعله في اضطراب حركات غيرة فقليل جداً
فلا داعي الى تحقيق كلي في معرفة مادته ولاجل حساب مواقعهُ يُعتمد على زيج لا قريب

النجوم اي الشبهات بالسيارات

(٢٨٩) حسب قانون بود المذكور انفاً (صفحة ١٦٤)

٤ ٧ ١٠ ١٦ ٢٨ ٥٢ ١٠٠

عطارد الزهرة الارض المريخ المشتري زحل الخ

فندى القمحة النسبية بين المريخ والمشتري فارغة وقد كُشِفَت عدة اجرام صفراء في تلك القمحة



تدور في افلاك مختلفة الميل بعضها على

بعض وعلى دائرة البروج . فكُشِفَ عن

اربعة منها اي سيرس ويلاس ويونون

وقستا في اوائل هذا القرن ومنذ سنة ١٨٤٥

قد كُشِفَ عن كثير منها فصارت المعروفة

منها ١٢٧ وربما يكون عددها اكثر من

شكل ١١٢ قدر الارض وبعض النجوم النسبي

ذلك كثيراً وقد وضعنا هنا قائمة اسمائها واقطارها ومداتها الى حد ما عُلِمَت

اسم	مئة سنين	قطر اميالاً	اسم	مئة سنين	قطر اميالاً
١ سيرس	٤' ٦٠٠	٢٢٧	١٣ اجيريا	٤' ١٢٣	٧٣
٢ يلاس	٤' ٦١٠	١٧٣	١٤ ايريني	٤' ١٦٧	٦٨
٣ يونون	٤' ٢٦٢	١١٢	١٥ اقنوميا	٤' ٢٩٧	١٢
٤ قستا	٣' ٦٢٧	٢٢٨	١٦ هسيبي	٥' ٠٠٦	٩٣
٥ استريا	٤' ١٢٦	٦١	١٧ ثينس	٣' ٨٩٠	٥٢
٦ هدي	٣' ٧٧٧	١٠٠	١٨ مابومي	٣' ٤٧٩	٥٤
٧ ايريس	٣' ٦٨٦	٩٦	١٩ فرتونا	٣' ٨١٥	٦١
٨ فلورا	٣' ٢٦٦	٦٠	٢٠ مسيليا	٣' ٧٤٠	٦٨
٩ ميس	٣' ٦٨٦	٧٦	٢١ لوتيتيا	٣' ٠٨١	٤٠
١٠ هيبيا	٥' ٥٨٩	١١١	٢٢ كليوبي	٤' ٩٦٢	٩٦
١١ پرثوبي	٣' ٨٤١	٦٢	٢٣ ثاليا	٤' ٢٦٣	٤٢
١٢ فكتوريا	٥' ٥٦٧	٤١	٢٤ ثيس	٥' ٥٧٠	٣٦

اسم	مئة سنين	قطر اميالاً	اسم	مئة سنين	قدر النجم
٢٥ فوشيا	٢٧٢٢	٢١	٥١ قرجانيا	٢١٠	١١٩
٢٦ بروسرينا	٢٢٢٩	٤٧	٥٢ نيموسا	٢٦٧	١٠٤
٢٧ اقتريني	٢٠٩٦	٢٩	٥٣ اورويا	٤٥٨	١٠٥
٢٨ بلونا	٢٦٢١	٥٩	٥٤ كلسو	٢١٧	١١٥
٢٩ امفرتي	٢٠٨٤	٨٢	٥٥ الكساندرا	٥٥٢	١١٠
٣٠ اورانيا	٢٦٢٥	٥١	٥٦ باندورا	٦٠٨	١٠٩
٣١ اقروسييني	٢٠٧	٥٠	٥٧ منيموسييني	٦١٦	١٠٩
٣٢ بومونا	٢١٦٠	٢٥	٥٨ كونكورديا	٤٢١	١١٦
٣٣ يلهينيا	٢٨٤٨	٢٨	٥٩ دانائي	١٢١	١١٧
٣٤ شيرشي	٢٢٩٧	٢٩	٦٠ اوليبيا	٤٧٢	١١٢
٣٥ لثكونيا	٢١٥	٢٥	٦١ ابرانو	٥٢٧	١١٨
٣٦ اتالاتا	٢٥٥٧	٢٠	٦٢ انجو	٧٢٩	١٢٢
٣٧ فيذس	٢٢٩٥	٤١	٦٣ اوسونيا	٧١٢	٩٩
٣٨ ليلا	٢٥٣٥	٢٩	٦٤ انجيلينا	٢٨٥	١٠٢
٣٩ ليتيا	٢٦١٢	٨٧	٦٥ سيلي	٦٥٨	١١٢
٤٠ هرمونيا	٢٤١٥	قدر النجم ١٢١	٦٦ مايا	٢٢٢	١٢٧
٤١ دفتي	٢٦٠٥	١٠٢	٦٧ اسيا	٧٦٩	١١٦
٤٢ ايمس	٢٨١٢	١٠٥	٦٨ هسپريا	١٨٦	١٢٠
٤٣ اريادني	٢٢٧٢	١٠٢	٦٩ ليتو	٦٢٢	١٠٢
٤٤ نيسي	٢٧٧٤	١٠٢	٧٠ يانويا	٢٢٤	١١١
٤٥ انجيلينا	٢٤٧٦	١٠٨	٧١ فيمونيا	٤١١	
٤٦ هسبيا	٢٩٩٥	١١٦	٧٢ فولي	٥٧٤	١٠٨
٤٧ مليتي	٢١٨٩	١١٥	٧٣ كليتي	٢٥٠	
٤٨ اخالابا	٢٨٩٦	١١٢	٧٤ كالابيا	٦٢٩	
٤٩ دورس	٢٤٧٠	١١٠	٧٥ اقريدشي	٢٦٢	
٥٠ پالس	٢٤٢١	١٠٨	٧٦ فريا	٦٢٥	

اسم	مكة	قدر	اسم	مدة	قدر
٧٧ فرجيا	٤٠٢٦٨		١٠٣ هورا		
٧٨ ديانا	٤٠٢٤٨		١٠٤ كليني		
٧٩ افرينوي	٣٠٨١٩		١٠٥ ارنيس		
٨٠ صافو	٣٠٤٨٠		١٠٦ ديوني		
٨١ ترينينوري	٤٠٨٢٧		١٠٧ كاملا		
٨٢ الكيني	٤٠٥٨٦		١٠٨ ميكونا		
٨٣ بياتركس	٣٠٧٨٥		١٠٩ فيلشبناس		
٨٤ كلو	٣٠٦٤٣		١١٠ ليدا		
٨٥ ابو	٤٠٢٣٧		١١١ آتي		
٨٦ ميلي	٥٠٤٣٤		١١٢ اينيچينا		
٨٧ سلتيا			١١٣		
٨٨ نسي	٤٠٥٦١		١١٤ كاساندرا		
٨٩ جوليا	٤٠٠٢٢		١١٥		
٩٠ انتيوي			١١٦		
٩١ ايجينا			١١٧ لوميا		
٩٢ اوندينا			١١٨ پشو		
٩٣ مرفا			١١٩ آليا		
٩٤ اوسيرا			١٢٠ لاختيس		
٩٥ اريوسا			١٢١ هرموني		
٩٦ ايجلي			١٢٢ غردا		
٩٧ كلوثو			١٢٣ برونيلا		
٩٨ ايانثي			١٢٤ الشنس		
٩٩ ذكي			١٢٥ ليبراتركس		
١٠٠ ميكاتي			١٢٦ فلدا		
١٠١ ميلانة			١٢٧ يوحنة		
١٠٢ مريم			١٢٨ نوميمن		

اسم	مدة	قدر	اسم	مدة	قدر
(١٢٩) انتيجوني			(١٣٤) صفروسوني		
(١٣٠) الكنما			(١٣٥) لم يسم الى الآن		
(١٣١) قالا			(١٣٦) " " "		
(١٣٢) ابثرا			(١٣٧) " " "		
(١٣٣) كيريني					

(٢٩٠) ان هذه النجوم لا تُرى بغير نظارة الا واحدة منها وهي وسنا على قدر نجم من المقدار الخامس والسادس ولصغرها يعسر قياسها وتُعرف انها سيارات بحركتها وقطرها كبرها بلاس نحو ٣٠٠ ميل حسب البعض و ٦٧٠ ميل حسب البعض وافلاكها مائلة على دائرة البروج كثيراً فميل فلك هيمي ١٤° وميل فلك بلاس ٣٤° ٤٢' ومباينة افلاكها اكثر من مباينة افلاك سائر السيارات اقلها مباينة اوروبا = ٠° ٠٠٤' ومعظمها مباينة بلهيميا = ٠° ٣٢٧' والاقل ميلاً على دائرة البروج فلك مسيليا = ٤١° ومعظمها ميلاً بلاس = ٣٤° ٤٢' وهي تشغل منطقة عرضها نحو ١٠٠٠٠٠٠٠٠

ميل

اقربها الى الشمس فلورا معدل بعدها ٢٠١٢٧٤٠٠٠ ميل تدور في $\frac{1}{2}$ سنين اي ١١٦٣ يوماً وابعدها سبيلا معدل بعدها ٣١٢٧٣٧٠٠٠ ميل مدتها ٦ $\frac{1}{2}$ سنين اي ٢٤٣١ يوماً ومعدل مدتها $\frac{1}{3}$ سنين ومعدل بعدها من الشمس ٢٥٤٠٠٠٠٠٠ ميل وانورها فسنا واضعها نوراً انلاتا ومن قلة تاثير جاذبية كل هذه الاجرام في حركات الارض والمرتج قد يزعم ان مجموعها لا يبلغ اكثر من $\frac{1}{18}$ من جرم الارض وقد زعم البعض ان عددها كثير جداً فلم ينزل علماء هذا الفن يفتشون عليها بنظاراتهم

اذا وافقت الظروف فقد تشاهد سيرس بالنظر المجرد على هيئة نجم من القدر السابع او الثامن اما بلاس فتمى كان اقرب الى الارض فيظهر على هيئة نجم من القدر السابع اما يونون فعلى هيئة نجم من القدر الثامن

من ميل افلاك هذه الاجرام بعضها على بعض يقرب بعضها الى بعض احياناً فقد تقرب فيدس ومايا حتى يصير بينهما $\frac{1}{2}$ من قطر فلك الارض اي نحو ٤٥٠٠٠٠٠ ميل

قال سروليم هرشل لو وضع انسان على احد هذه الاجرام الصغار لفت بالسهولة الى علو ٦٠ قدماً ولا يضر بسقوطه اكثر مما يضر بالسقوط ذراعاً على سطح الارض

من كثرة هذه الاجرام المكتشف عنها قد ترجح رأي اوليرس انها قطع جرم كبير كان بين

المرنج والمشتري فقد انفجر

قد اصطُيحت زيجات لفلورا وفكتوريا وملهومي ومينس

المشتري ٢٤

(٢٩١) المشتري أكبر سيارات النظام الشمسي ومعدل بعده عن الشمس ٤٧٥٦٩٣٠٠٠ ميل ومباينة فلكه ٠.٤٨. فمعظم بعده عن الشمس ٤٩٨٦٠٣٠٠٠ ميل واقلة ٤٥٢٧٨٢٠٠٠ ميل ومدة دورانه حول الشمس ١١٨٦ سنة وقطر الظاهر يختلف بين ٥.٧" في الاستقبال و ٣.٨" في الاقتران ومعدله ٢٧.٩١" فيكون قطره الاستوائي ٨٨٤٠٠ ميل ودورانه على محوره مرة في ٩.٩٢ ساعة او ٥٥.٣° حسب البعض وفي ٥٥.٩° ٢٩° حسب البعض وثقله النوعي ١.٣ وبعده عن الشمس لا يرى غير بدراً إلا ان قطره يقصر ظاهراً وهو في التربع وجرمة ١/١٠ مرة جرم مجتمع سائر السيارات ومادته ١/٢ مادة كل السيارات الأخرى معاً وسرعة حركته في الاستوائي ٤٦٧ ميل كل دقيقة اي ما بين ٧ و ٨ أميال كل ثانية وحركته قسم الأرض الاستوائي ١٧ ميلاً كل دقيقة وهو هليجي الشكل وهليجته ١/٧ اي فضله قطريه ٤٦٠٠ ميل. فلكه مائل على دائرة البروج ١٩° وخطه الاستوائي مائل على سطح فلكه ٣° ٥' ٣٠" فقط فلا تغير فصول فيه من هنا الثيل وكثافته ٢٤.٠ اي أكثر من كثافة الماء قليلاً وحركته في فلكه ٧٠٠٠٠٠ ميل كل يوم اي ٣٠٠٠٠ ميل كل ساعة اي ٨٠ مرة أسرع من كلة مدفع وهو ١٤٠٠ مرة أكبر من أرضنا ولكبر جرمه تكون الجاذبية على سطحه ٢.٤٢ على افتراض الجاذبية على سطح الأرض واحداً

(٢٩٢) معرفة موقع المشتري سهل جداً لاننا متى عرفناه مرة تتبعه من سنة الى سنة لانه ينقل كل سنة أكثر قليلاً من برج واحد وبواسطة نظارة قوية يرى على وجهه مناطق توازي خطه الاستوائي مختلفة العرض والالوان غير ثابتة على هيئة واحدة وتارة تتغير تحت نظر الراصد. ذكر صوث بقعة طولها بالاقبل ٢٢٠٠٠ ميل تلاشت في نحو ٢٠ دقيقة وذلك دليل على حدوث ظواهر وتغيرات على سطحه من قبل مياه وغيوم وأمطار وبخيرة وهوائ وما يشبه ذلك (انظر الصورة القامنة) وقد زعم بعضهم ان هذه الظواهر ليست من فعل الشمس بل من حراريته الذاتية. والتغيرات الحادثة على سطحه في اجزائه كثيرة جداً حتى انه قد شوهد قمر من اقماره يخفي وراءه ثم يظهر عند المحل الذي اخفى فيه وذلك من قبل تمدد الكرة الهوائية او البخارية المحيطة بالسيارة ثم تقلصه

اما نواحي خطه الاستوائي فغالبا انور من باقي سطحه وقد يرى على سطحه حلقات غير ثابتة وحدود المناطق المشار اليها غير واضحة وهي مزرقة اللون تمتاز بسهولة عن لون جرم السيارة وثلاثي

مخوجانيه قبل ان تنهي الى حافتها تماماً

مضى كان المشتري اقرب الى الارض بضاهي نوره نور الزهرة فبرى ظلاً وبشاهد نهراً. اما قوة سطوع انعكاس النور فاصلح من سطح القمر على نسبة ١ : ١٤ حسب المعلم بوند اما قوس انحراف فببتدئ او ينتهي متى كان بين السيار والشمس زاوية تختلف بين $112^{\circ} 35'$ و $116^{\circ} 42'$ وطول قوس الانحراف يختلف بين $1^{\circ} 51'$ و $1^{\circ} 59'$ ويمر بها في مدة تختلف بين $116^{\circ} 18'$ و $122^{\circ} 12'$



شكل ١١٨ المشتري واقماره

(٢٩٣) للمشتري اربعة اقمار (شكل ١١٨) تُرى بنظارة صغيرة رأها اولاً جليليو في بادوا في ٧ ك ٢ سنة ١٦١٠ ولم يفتق انها اقمار حتى اليوم الثاني واحياناً يرى اثنان منها بالنظر المجرد وذلك سهل في نواحي بحيرة اورميا في بلاد فارس وفي سهول سيبريا. حكى بعض السواح في تلك النواحي قال صادفت ذات ليلة صياداً اشار الى المشتري قائلاً رايت ذلك النجم الكبير يطلع نجماً صغيراً ثم يبعثه ايضاً. راى احجاب قمر من اقماره. ولكون افلاكها في سطح دائرة البروج الا قليلاً وايضاً في سطح دائرة خط الاستواء للمشتري تُرى غالباً على خطٍ مستقيم مار بمركز السيار كما يُرى في شكل ١١٨ فمن تباينها الاعظم غرباً تمر وراء السيار الى معظم تباينها شرقاً تمر بيننا وبين السيار بحركة متناهية الى معظم تباينها غرباً ايضاً وهي اكبر قليلاً من قمرنا الا الثاني وتتمايز بالاول والثاني والثالث والرابع حسب بعدها عن السيار وقد وضعنا هنا جدولاً يحتوي ابعادها عن السيار في اجزاء من نصف قطره والبعد في اميال واوقات دورانها التي حوله واقطارها ومادتها وكثافتها وثقلها النوعي



شكل ١١٩ ابعاد الارض والقمر واقمار المشتري النسبية

الشمس	كثافة		مادة	معدل		قطر	قطر	معدل	متجمية		معدل البعد		كاشفة	
	1=⊕	1=⊕		من	من						اميال	في 1°		
٧	٠.١١٤	٠.٢٠	.....١٧	١٥٢'٤٩	١١'٢٨	٢٢٥٢	١٢'٠٢	٢٨'٦٨	١٤'٧٧	٢٦٧٢٨٠	٦'٠٥	٦'٠٥	جليبو	(١) ايو
٧	٠.١٧١	٠.٢٠	.....٢٣	٢٥٢'٢٥	٣٥'١٧	٢٠٩٩	٠'٩١	٤١'١٢	٢'٥٥	٤٢٥١٥٦	٩'٦٢	٩'٦٢	٢٥٧	(٢) اورويا في بادو
٦	٠.٢٩٦	٠.٦٩	.....٨٨	٤٧'٤٦	٠'١٨	٣٤٣٦	١'٤٩	٤٤'٤٤	٧'١٥	٦٧٨٣٩٢	١٥'٣٥	١٥'٣٥	٢٥٧	(٣) كاند
٧	٠.٢٢٢	٠.٢٩	.....٤٢	٢٥'٤٥	٤'٤٦	٢٩٢٩	١'٢٧	٤٢'١٦	١٦'٦٩	١١٩٢٨٢٣	٢٦'٩٩	٢٦'٩٩	١٦١٠	(٤) كالستو

من دول كسوف الأول ٢٠ ٢

٥٦ ٢ الثاني " "

٤٢ ٣ الثالث " "

٥٦ ٤ الرابع " "

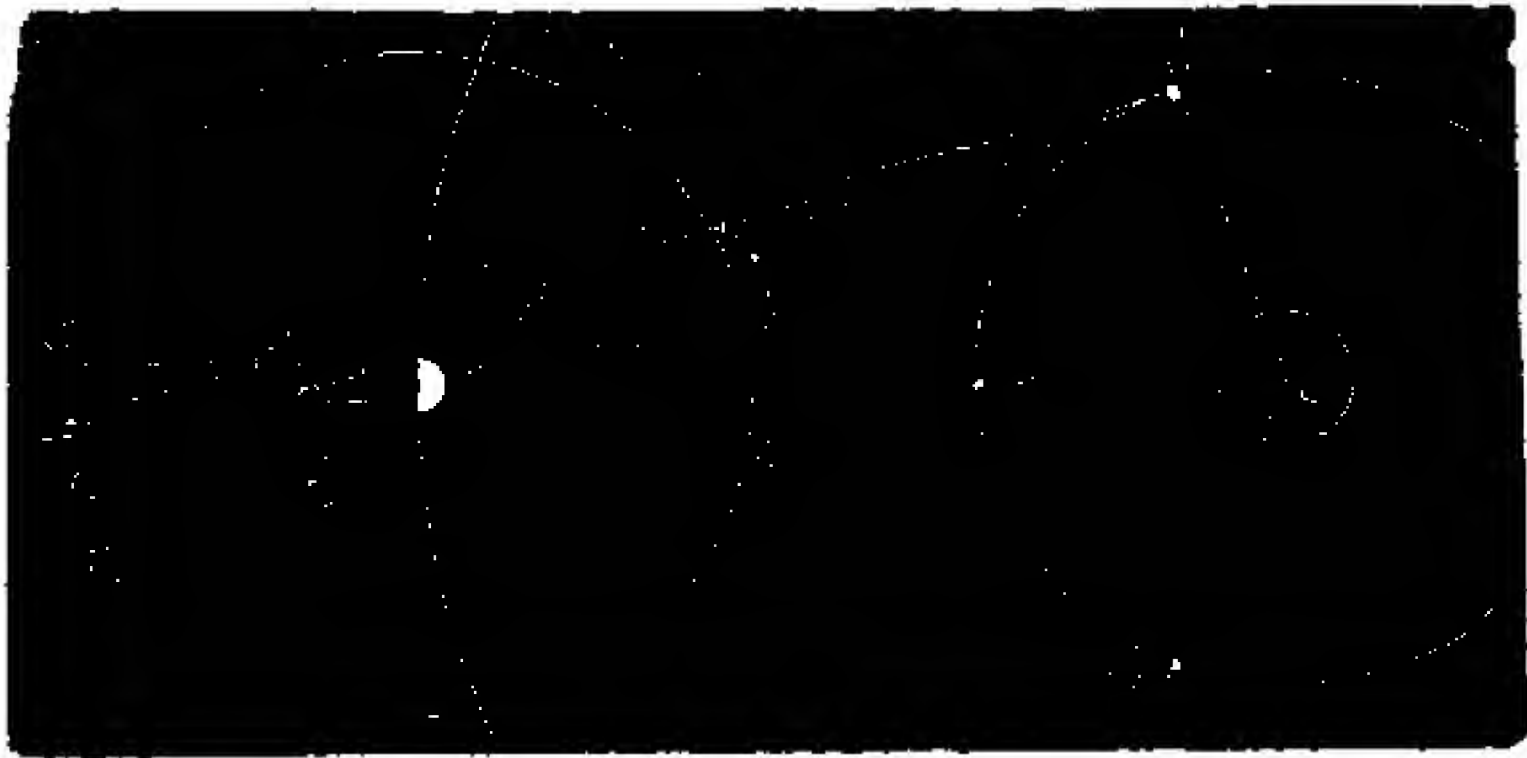
مباينة فلك الأول والثاني صفر ومباينة الثالث والرابع قليلة متغيرة

القر الأول ابعده عن المشتري من بعد قمرنا عن الارض والقمر الثاني بعد قمرنا تقريباً والبقية اعظم منه والثالث اعظم الجميع واحثاً بجنتي منها ثلاثة معاً ونادراً الارصة معاً وراء السيارا وفي ظله وقد يتفق اقتران ثلاثة منها حتى ترى بالنظر الجرد واحداً وقد يتفق ذلك في الارصة افلاك هذه الاقمار فلما تختلف عن دوائر ثامة وسطوحها في سطح خط الاستواء للسيارا قليلاً وبالتسوية تمل قليلاً على سطح فلكه لان محوره مائل على سطح فلكه قليلاً كما تقدم فلا تختلف فصوله بما يعتبر

(٢٩٤) اذا مرَّ قمر في ظل المشتري قبل ان يغروب واذا مرَّ وراء جرم السيار قبل ان يغيب ومتى وقع ظل قمر على السيار يغروب ومتى مرَّ بيننا وبين السيار قبل ان يغيب السيار يغيب

خسوف اقمار المشتري تشبه في أكثر رؤوها خسوف قمرنا غير انه لبعده المشتري عن الشمس وعظمه يكون مخروط ظلّه اطول من الذي للأرض فلذلك ولقلة ميل افلاك الاقمار على فلك السيار تخسف كلها في كل دورة سوى ان الرابع لبعده عن السيار وزيادة ميل فلكه بالنسبة الى البقية احياناً يس الظل مساً واحياناً يخسف جزئياً وهذه الخسوفات لانشاهد ما من مركز افلاك الاقمار كما هو الحال في خسوف قمرنا بل من مكان بعيد خارج افلاكها غير ثابت فلا بد ان تختلف رؤيتها من هذا القيل ايضاً

(٢٩٥) متى كان المشتري الى شرقي الاستقبال يسبق الخسوف الاحجاب ابداً ومتى كان الى غربي الاستقبال يسبق الاحجاب والخسوف ابداً كما يتضح من شكل ١٢٠



شكل ١٢٠ كيفية خسوف اقمار المشتري واحجابها

ليكن ش (شكل ١٢٠) الشمس ا ب س الارض في مواقع مختلفة من فلكها و المشتري ي ف غ ح فلك قمر من اقماره غير الاول فمتى كانت الارض عند ا يكون الاستقبال على استقامة ش ا والمشتري الى شرقيه فالقمر يدخل الظل عند ي ويخرج عند ف ثم يغيب وراء السيار عند غ ويظهر ايضاً عند ح فينتهي الخسوف قبل ما يبتدئ الاحجاب . وكذلك يبتدئ خسوف السيار نفسه متى كان القمر عند ك وينتهي عند ل و يبتدئ احجاب السيار عند وصول القمر الى م وينتهي عند وصوله الى ن

لو كانت الارض عند س لكان الاستقبال على استقامة ش س وكان المشتري الى غربي الاستقبال فكان القمر يخفي وراء السيار قبل دخوله الظل اي الاحجاب يسبق وكان يتوسط بيننا

وبين السيار قبل وقوع ظل على السيار

فلما ينفق وقوع الارض والاقمار بحيث تنهي الظاهرة الواحدة قبل ابتداء الاخرى وذلك لا يحدث مطلقاً مع القمر الاول كما يرى من النظر الى فلکہ يَحَ كَ لَ فالحسوف يبتدئ عند يَ والاحتجاب ينتهي عند حَ وحسوف المشتري يبتدئ عند كَ والاحتجاب ينتهي عند نَ وفي بعض هذه المدة يرى ظل القمر وجرمه على وجه السيار (انظر الصورة الثامنة)

متى كانت الارض عند ب اي عند استنبال المشتري يحدث الحسوف والاحتجاب معاً والاحتجاب السيار وحسوفه معاً. اما القمر الاول والثاني والثالث فلا تخسف الثلاثة معاً وقد ينفق وقوع ظل قمرين على سطح السيار معاً. وقد شوهد على هذه الاقمار كلٌّ ويقع لثرك من جانب الى جانب فاستنتج انها تدور بسرعة على محاورها اما سر وليم هرشل فيقول انها تدور على محاورها في نفس مدة دوراتها حول السيار مثل قمرنا

(٢٩٦) كشف سرعة النور بواسطة اقمار المشتري. في سنة ١٦٧٥ لاحظ ريمران خسوفات اقمار المشتري تحدث قبل الاوقات المحسوبة لما متى كانت الارض في بعدها الاقرب من المشتري وتأخر عن تلك الاوقات متى كانت الارض على بعدها الابعد منه وبسبب كثرة وقوع هذه الكسوفات يسهل استعلام معدل المدة بينها ومن ذلك تحسب للمستقبل فلو خط انه لما كانت الارض اقرب الى المشتري كانت المدة تقصر عن المعدل $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{12}$ ومتى بعدت عنه تأخرت عن المعدل $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{12}$ اي يقتضي للنور $17 \frac{1}{2}$ لكي يقطع فلک المشتري فتكون سرعته نحو ٢٠٠٠٠ ميل كل ثانية وذلك يوافق ما دل عليه انحراف النور كما تقدم (ع ١٩١) ويختلف قليلاً عن سرعة النور حسب امتحانات فيزيائييها تكون سرعة النور ١٦٤٠٠٠ ميل كل ثانية

(٢٩٧) بين حركات القمر الاول والثاني والثالث نسبة غريبة وهي ان طول الاول الاثلاث مرات طول الثاني + ٢ طول الثالث = ١٨٠ وحركة الاول النجمية + مضاعف حركة الثالث = ثلاث مرات حركة الثاني ابداً ولذلك لا يمكن ان تخسف الثلاثة معاً الى مدة طويلة اذ يقتضي لذلك ان تساوى في الطول فيكون مجموع طول الكل صفراً وذلك كما تبين من المشتري لا كما تبين من الارض وقد حسب ورجتين من زيجاته اتفاق خسوف هذه الاقمار الثلاثة لا يمكن حتى بعد ١٢١٧٩٠٠ سنة ولو تغيرت حركة الثانية السنوية ٢٣" لكان ذلك الاتفاق غير ممكن الى الابد

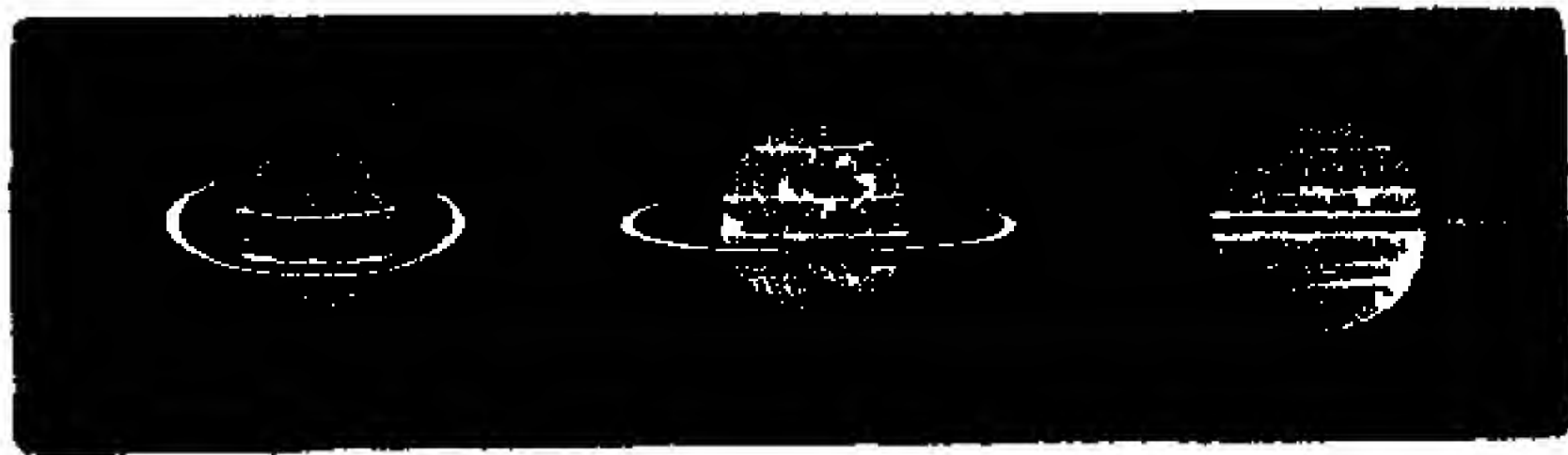
ان خسوف هذه الاقمار تحسب بكل تدقيق في المناهج السنوي لهاجرة مفروضة فاذا رُصدت في مكان آخر وعُيِّن الوقت يُعرف الفرق بين وقت تلك الهاجرة ووقت المكان فيُعرف الطول غير انه يحتمل

خطاه ٢٠ أو ٣٠ لعدم إمكان ملاحظة وقت الدخول أو الخروج بالتدقيق ولبعض الخطاه في زيجات المشتري وإقارره

بسبب إقار المشتري سهلت معرفة مادته وقد اتفق فيها الراصدون تقريباً وهي حسب انكي $\frac{1}{1.0}$ وحسب ستيفي $\frac{1}{1.0}$ وحسب ابري $\frac{1}{1.04879}$ وحسب بسل $\frac{1}{1.04787}$ زيج المشتري هو زيج بوقارد طبع سنة ١٨٢١ وزيج إقارره زيج داموسيو طبع سنة ١٨٣٦. وكلاهما يحتاج الى اصلاح

زُحَل

(٢٩٨) مدة دورانه ٠٧٥٢٢٢ ايوماً = ٢٦٤٥ سنة ومعدل بعده عن الشمس ٨٧٢١٢٤٠٠٠ ميل ومباينة فلكه ٠٠٥٦. فبعده الأبعد عن الشمس ٩٢١١٠٥٠٠٠ ميل والأقرب ٨٢٢١٦٤٠٠٠ ميل وقطر الظاهر يختلف بين ١٤٦ في الاقتران و ٢٠٢ في الاستقبال فيكون قطره الاستوائي ٧١٢٠٤ اميال ونسبته القطبي نحو $\frac{1}{3}$ وثقله النوعي ٠٧ على افتراض الماء واحداً ويدور على محوره في ١٧٢٩٦٠ وميل فلكه على دائرة البروج ٢٦٢٥٢



شكل ١٢١ زُحَل على بعده الأبعد والأوسط والأقرب مع اختلاف رؤية حلقاته

(٢٩٩) على سطح زُحَل مناطق كما تقدم في المشتري غير انها اقل وضوحاً من مناطق المشتري والظاهر ان طبيعتها كما تقدم في مناطق السيار المذكور اي من تلقاء غيوم وبخرة وعواصف الا انها منحنية الشكل خلاف مناطق المشتري التي هي على خطوط مستقيمة كما برى من الصورة التاسعة فان كانت هذه المناطق توازي خطه الاستوائي يكون سطح ذلك المنحط مائلاً على دائرة البروج على زاوية ليست صغيرة وسرولم هرشل من رصد منطقة خمسة السهور من ٤ ك ١ سنة ١٧٩٣ الى ١٦ ك ٢ سنة ١٧٩٤ عين مدة دورانه على محوره وقد زعم العلامة المشار اليه انه راسه اقمار زُحَل عند الاخفاف يخف نورها قليلاً قبل احنائها التام واستنتج من ذلك وجود كرة هوائية ومنظر جهاته القطبية لتغير بانجها نحو الشمس او عنها وخطه الاستوائي مائل على سطح فلكه نحو ٢٨ فتشبه فصوله من هذا القليل فصول المريخ

لما نظر جاليليو الى هذا السيار اولاً بنظارته الصغيرة رآه متطاولاً يضي الشكل فزعم انه سيار

كبره سياران صغيران مجانبين ثم رأى الصغيرين المزعومين يصغران مع بقائها على نسبة واحدة إلى
السيار الكبير وضعاً حتى تلاشيها فاختار هذا الفيلسوف حيرة وأخبر صاحبه كبلر بأكتشافه حسب
عوائد تلك الأيام بهذا اللغز

smaismrnilmepoetalevmibvnenvgttaviras

معناه

Altissimvm' planetam tergeminvm observavi

أي رأيت أبعد السيارات مثلثاً

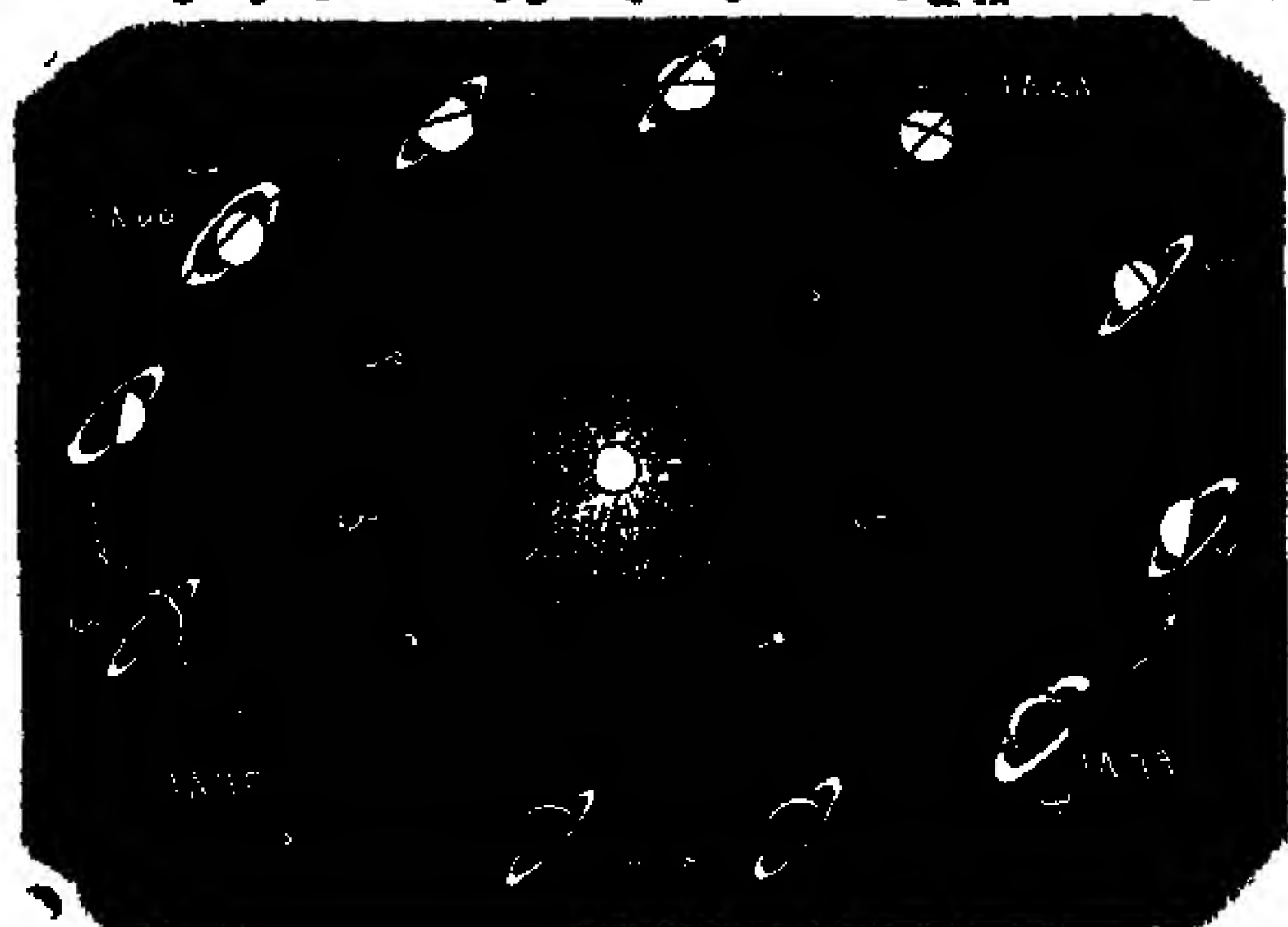
ثم باصلاح النظارات وتقويتها رأى هيوغنس بعد ٥٠ سنة ما حوّر جليليو أي الحلقات فاعلن
أكتشافه بهذا اللغز

aaaaaa cccco d cccce g h iiiiii llll mm nnnnnnnn oooo pp q rr s tttt uuuu

معناه

Anulo cingitur tenui plano, nusquam coherente, ad eclipticam inclinato

أي السيار محاط بحلقة دقيقة مسطحة كلها بعيد عن سطحه ومائلة على دائرة البروج
(٢٠٠) من غرائب هذا السيار الحلقات الثلاث الهيطة به تُرى منها اثنان بنظارة معتدلة
القوة ولأجل التمييز سُميت الخارجية A والتي داخلها B وبواسطة نظارة قوية تُرى ثلاثة C شفافة

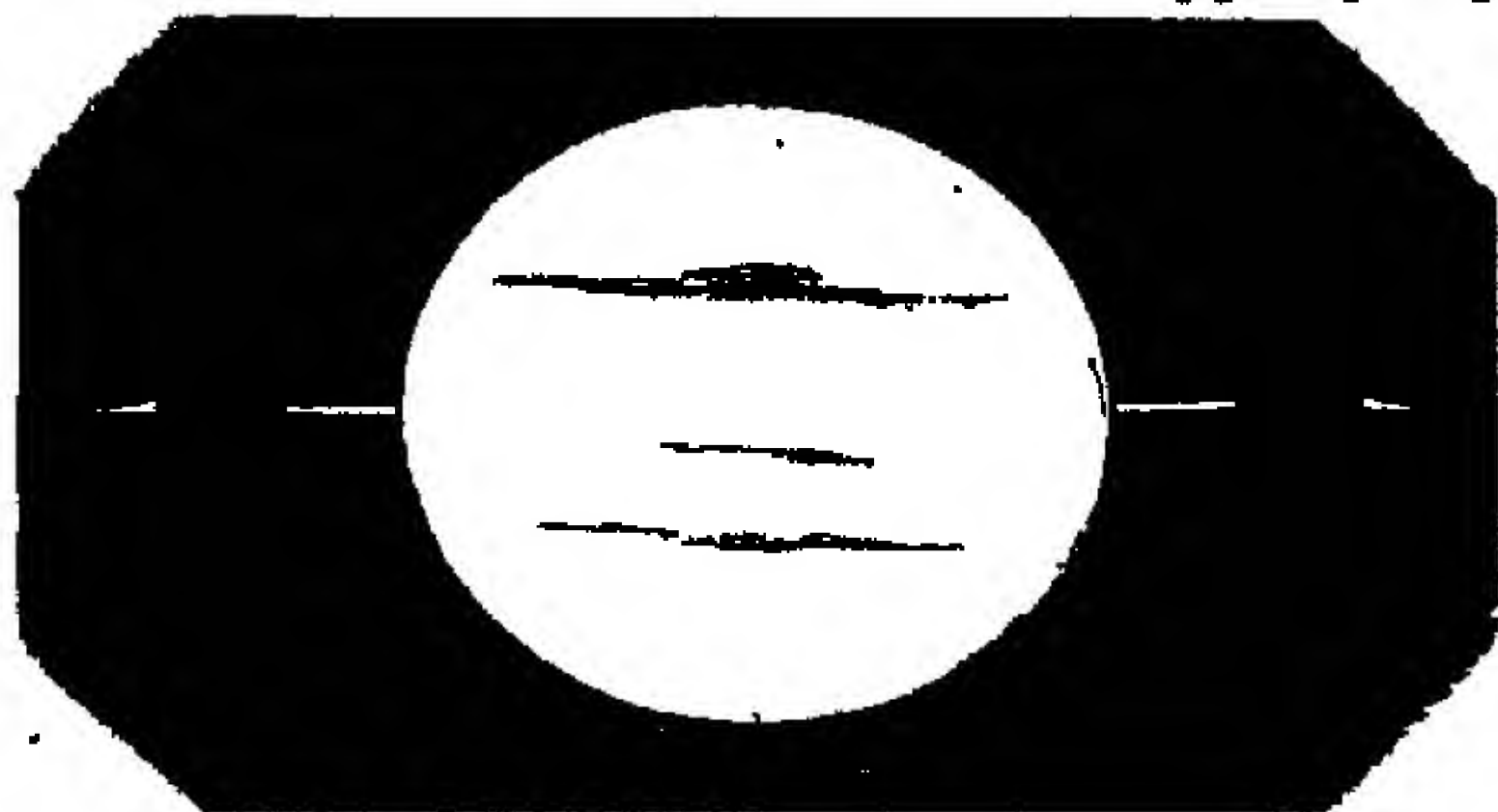


شكل ١٢٢

سُميت الحلقة الكريشمة وهذه الحلقات لا تختلف كثيراً عن دوائر صحيفة غير أنها راها هيليكية لسبب
الظن اليها باليوب فاذا اتجهت حافتها نحو الأرض تختفي عن النظر ولكنها تبقى متوازية لنفسها
ابتداءً ثجه حافتها نحو الأرض كل سنة مرتين كما يوضح من شكل ١٢٢ و سطح الحلقات مائل على دائرة

البروج ٢٨ ١١ وطول عقدها الصاعدة ١٦٧ ٢٩ ٢٦ = ١٨ السنبلة وطول النازلة ٢٤٧ ٢٩ ٢٦ = ١٨ المحتوين وذلك لسنة ١٨٦٠ وهو يريد كل سنة ٤٦ ٤٦٢ ٤٦ فبعد الاولى تصعد الارض من تحت سطح الحلقات الجنوبي الى فوق سطحها الشمالي وبالعكس عند الثانية ويجرم السيار ليس في مركز الحلقة تماماً بل القسيحة بينها الشرقية على معدل بعد زُحَل من الارض هي ٢٨ ١١ والفرصة ٧٣ ١١ ولولا ذلك ودورانها حول السيار لستطعت اليه بالجاذبية اما قياسات الحلقات على معدل بعد السيار فهي حسب رصد ستروف

قطر الحلقة الخارجية من الخارج الى الخارج	٤٠ ٠ ٩٥ = ١٦٩٥٣٠ ميل
" " " داخل الى داخل	٢٥ ٢ ٨٩ = ١٤٩٢١٠
عرض " " "	٢ ٤ ٠ ٣ = ١٠١٦٠
قطر الحلقة الداخلية من الخارج الى الخارج	٣٤ ٤ ٧٥ = ١٤٥٧٦٨
" " " داخل الى داخل	٢٦ ٦ ٦٨ = ١١٢٧٥٨
عرضها	٣ ٩ ٠ ٣ = ١٦٥٠٣
المسافة بين الحلقتين	٠ ٤ ٠ ٨ = ١٧٣٥
بعد الحلقة من سطح السيار	٤ ٣ ٣ ٩ = ١٨٣٤٦
قطر السيار الاستوائي	١٧ ٦ ٠ = ٧٤٤١٧



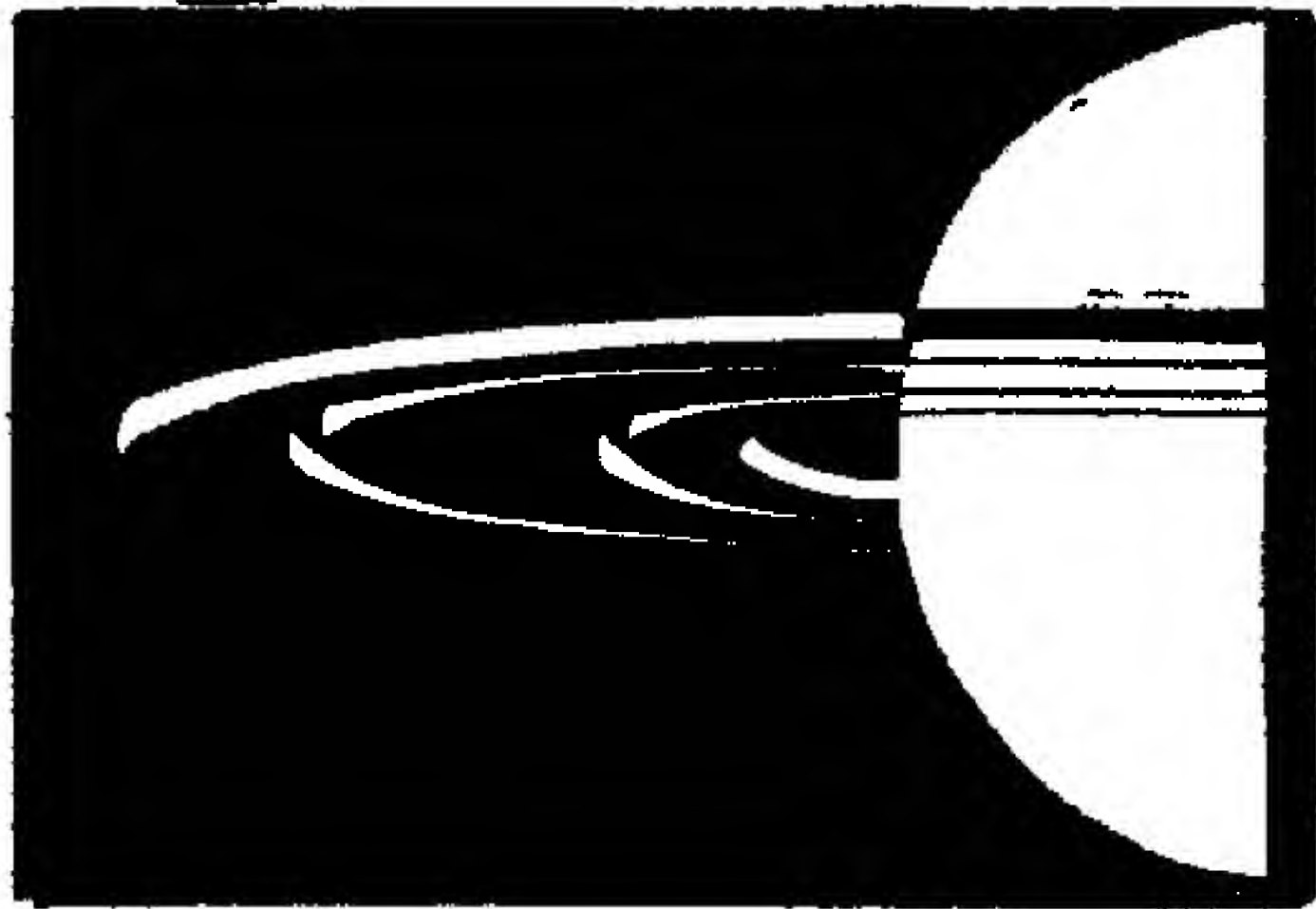
شكل ١٢٢

وقد حسب سروليم هرشل عن الحلقات ٢٥٠ ميلاً وقد حسب العلامة بوند ٤٠ ميلاً والرأي الأرجح ان مادتها سيال لاجامد وعند مرور الارض بسطح الحلقات تُرى كما في شكل ١٢٣ و ١٢٤ (٢٠١) يتضح ما تقدم من جهة اخفاء الحلقات بشكل ١٢٢ في زُحَل في اقسام مختلفة من فلكه وفلك الارض داخل فلك زُحَل

الصورة التاسعة



فلو كانت الارض عند م و زُحَل عند ب تُرَى الحلقات على خط عمودي فتكون دائرة تامة وعند س تُرَى هليجية وعند د تختفي ولمَّ جرّاً وتختفي لان عمقها نحو ٢٥٠ ميل على قول البعض و ٥٠ ميلاً على قول آخر وذلك لا يُشعر به على بعد الارض من زُحَل. اما نور حلقة زُحَل فنور مندفع من الشمس كما يتضح من اخفاء الحلقات اذا توجه نحو الارض الوجه منها الذي الى خلاف جهة الشمس فلا تُرَى الحلقة وقد برى ظل السيار على الحلقات



شكل ١٢٤ رؤية زُحَل عند اخفاء الحلقات

(٢٠٢) عبور سطح الحلقات بقطر فلك الارض بسبب بطء حركة زُحَل ينتضي له سنة ليكن د ي ف فلك الارض (شكل ١٢٥) و ا ب س قطعة من فلك زُحَل ولنفرض سطح الفلكين يوافق سطح القرطاس و سطح الحلقات مائل على سطح القرطاس نحو ٢٨° وملتقى السطحين المشترك على خط ا د ا ب غ ا و س ف . فحسباً تقدم بعد زُحَل عن الشمس ٩° ٥٤ أمثال بعد الارض عن الشمس فلنا

ش ا ش د :: ٩° ٥٤ : ١ :: $\frac{1}{2}$: جيب ش ا د فتعرّف الزاوية ش ا د ا و ا ش ب وفي ٦° ا فتكون ا ش س ١٢° ١٢ ا و

افرض ش ا = و

ش د = و

ا ش س = ا = الزاوية عند الشمس التي تقسمها ا س فلان ا ش ب = ش ا د لنا

جيب $\frac{1}{2}$ ا = $\frac{1}{2}$ = $\frac{1}{9204}$ = ١٠.٨٢° اي ا = ١٢° ١٢ كما تقدم

ومن حركة زُحَل المعروفة نستعلم انه يمر على ١٢° ١٢ في $\frac{1}{2}$ ٢٥٦ يوم اي ٦ ايام اقل من سنة

فحينما يمر زحل من ا الى س تكون الارض قد دارت دورة كاملة الا قليلاً اما وجود السيار عند ا فقد يوافق اية نقطة كانت من فلك الارض فيتوقف اختفاء الحلقات على موقع الارض بالنسبة الى السيار

لاختفاء الحلقات ثلاثة اسباب

- (١) توجه حدها نحو الارض فلا ترى الا بظاير قوية جداً لان عمقها حسب قول هرشل ٢٥٠ ميلاً وحسب قول بوند تقابل زاوية $1^{\circ} 0'$ اي عمقها ٤٠ ميلاً فقط كما تقدم
 - (٢) توجه حدها نحو الشمس فلا يقع نور على سطح من سطحها
 - (٣) وقوع سطحها بين الارض والشمس فيقع النور على السطح غير المنحني نحو الارض
- اما الاختفاء من قبل السبين الاولين فمدة وجيزة فقط لان الخط الموصل بين العقدتين يمر على قطر الشمس باقل من يومين وبقطر الارض نحو ٢٠ دقيقة اما الثالث فهو تخفي عما شهروا وسيقع ذلك في سنة ١٨٧٦



شكل ١٢٥

اذا كانت الارض عند ف والسيار عند ا تمر الارض على ل غ بينما يمر خط العقدتين من ا الى ب فيبتلحيان ويمر احدهما بالآخر والارض بين غ و د عند ك مثلاً فيقع سطح الحلقات بين الارض والشمس فتخفي الحلقات نحو شهرين وبعد مرور خط العقدتين على الشمس يقع النور على السطح المنحني نحو الارض فتظهر الحلقات ايضاً وقبل ما تكمل الارض نصف دورتها دي ف يكون الخط المشار اليه قد مر على قطر دائرة الارض تاركاً اياه عند ف

اذا كانت الارض قد تقدمت من ف الى ل مثلاً عند وصول خط العقدتين الى د تمر الارض ب بين ك و د فينبه السطح المظلم نحونا ويمر الخط بالشمس عند وصول الارض الى منتصف دي فتظهر الحلقات ولكن قبل وصول الخط الى س ف تلغى الارض وتلوثة ايضاً فينبه الجانب المظلم نحونا فتخفي الحلقات مرتين في سنة وقد يتصل الاختفاء الاول من هذين بالثاني فتطول بذلك مدة الاختفاء نحو ٨ اشهر

الوجه الشمالي من الحلقات يتور بالشمس متى كان طول السيار الشمسي بين 172° و 173° و 241° و 242° والجوي متى كان طوله الشمسي بين 202° و 203° و 161° و 20° وأعظم فتح الحلقات متى كان طوله الشمسي 72° و 21° او 202° و 21° ومتى اتجه جانب الحلقات المظلم الينا يرى السيار مستديراً على سطحه مناطق وعلى خط الاستوائي خط دقيق اسود وذلك لا يحدث الا اذا كان بين السيار واحدى العقدتين لخطاتواقل من 6° و 1°

(٢٠٣) اما رؤية الحلقات من السيار فمن نصفه يرى سطح الحلقات الذي نحو الشمس فنظهر مثل قناطر نيرة في الجوع عرضها وارتفاعها يختلفان باختلاف عرض المكان على السيار ويتور السطحان ويظلمان كل ١٥ سنة على التعاقب وقسم من الحلقات في خسوف أكثر الوقت لوقوع ظل السيار عليه والشمس مكسوفة مدة طويلة في النصف المنوجه اليه سطح الحلقات المظلم (٢٠٤) لزحل ثمانية اقار ولاجل حفظ اسمها نظم هرشل بيت شعر لاتيني تضمن فيها اسماءها

من الابد الى الاقرب وهو

Iapetus, Titan, Rhea, Dione, Tethys Enceladus, Minos.

غير انه قد فسد النظم بكشف لاسل ويوندر قمرًا ثامنًا سنة ١٨٤٨ سمياه هيريون وهو صغير جدًا وموقعه بين بايتوس وتيتان . الداخلي منها لا يرى بنظارة بلورة الشج فيها اصغر من $\frac{1}{6}$ فراريط قطراً اما الاكبر تيتان فيرى مثل نجم من الندر الثامن او التاسع



افلاك سبعة من هذه الاقار توافق سطح خط السيار الاستوائي تقريباً و سطح الحلقات ايضاً اما الابد بايتوس فعلمه مائل على السطح المشار اليه نحو 12° و 14° فتري الصبة من كامل نصف كرة السيار ابداً ان لم تخسف بظلو

شكل ١٢ زحل واقاره

نظارة بلورة الشج فيها ٢ فراريط قطراً تري

تيتان و ٤ فراريط تري بايتوس ورها ودبوني و ٥ فراريط تري شس اما مياس وهيريون فلا يريها غير اقوى النظارات الموجودة وهذا جدول مباديها

١ = طول نقطة الرأس لها بالنسبة الى سيارها

ثم π = طول النقطة من افلاكها الاقرب الى الشمس

الاسماء	الرقم	الكتشف	معدل بعد			مدة نجمة	قطر		ملاحظات	ملاحظات	ملاحظات
			امبال	ق ١	ظاهر		امبال	قطر			
(١) مياوس	٧	سروليم مرشل ١٧٨٩ ايلول ١٧	١٢٠٨٠٠	٢٠٢٦٠	٣٦'٧٨"	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
(٢) انكيلادس	٦	" " آب ٢٨	١٥٥٠٢٥	٤٠١٢	٣٤'٢٨"	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
(٣) قيس	٥	كاسيني ١٦٨٤ اذار	١٩١٩٤٨	٥٠٢٢٩	٤٢'٥٧"	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
(٤) ديوني	٤	" " "	٢٤٥٨٧٦	٦٠٨٢٩	٥٤'٥٤"	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
(٥) رهيا	٣	" " ١٦٧٣	٣٤٢٤١٤	٩٠٥٥٢	١٦'١٦١٢٢	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
(٦) تيتان	١	هوجنس ١٦٥٥ اذار ٢٥	٧٩٦١٥٧	٢٢'١٤٥	٥٦'٥٥	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
(٧) هيسيون	٨	بونديلاسل ١٨٤٨ ايلول ١٩	١٠٠٦٦٥٦	٢٨	٢٢'٢٢	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
(٨) باپتيوس	٥٢	كاسيني ١٦٧١ ث ٨٢٥	٥٨٢٣١٢٨٢٥	٦٤'٢٥٩	٣٤'٥٢	١٨٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠

مياستوس	ميسرون	فتيان	زهيا	ديوني	نيس	انكيلادس	مياستوس
٧٨	٩	٢٩٩	٢٨٨	١١٥	٢٨١	٢٠١	٢١٠
٢	٢	٤٢	٤٣	٢٠	٤٢	٥٥	٢١٠
٢٤٩	٢٠	٢٥٧	١٨٥	١٤٥	١٠١	?	?
١٤٣	١	١٦٧	١٦٧	١٦٧	١٦٧	?	?
١٨	١٨	٢٧	٢٨	٢٨	٢٨	?	?
٨٨	٨٨	٦٨	٨	١٠	١٠	?	?
٢٨٤٣٧١	٢٨٤٣٧١	٢٧٩٨٨١	٢٠٠٠٠	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠	?	?
١٤٩٦	١٤٩٦	١٧٦٩٠	١٣٦٨	٥٧٣٥	٤٣٦٣	?	?
٧٥٥٣	?	٨٥٠٧٧	٧٩٦٩٠	٣٥٥١١	٨٦٦٠١	٣٦٣٧٨٢	٢٨١٩٤٧
٣	٣	٢٢	٢٢	٢٢	٢٢	٢٢	٢٢

مدة مياستوس نصف مدة نيس ومدة انكيلادس نصف مدة ديوني و ٢٧٤ دورة لمياستوس = ١٧٠
لانكيلادس = ٨٥ لديوني الاختلاف $\frac{1}{11}$ يوم اي $\frac{2}{11}$ ساعة

لما اخذت الحلقة سنة ١٨٦٢ انتهر الرصاد الفرصة لمشاهدة رؤية نادرة للمشاهدة اي عبور ظل
تيتان على وجه السيار لم يروا القمر نفسه بل شاهدوا ظله على وجه سياره وقد شاهد ذلك ايضا
سرولم هرشل في ٢٨ سنة ١٧٨٩

الرؤى السابوية على زحل لا بد من ان تكون مبهجة جدا اذ ترى الحلقات مثل قناطر ممتدة
من افق الى افق واقرب الاقمار مياستوس على ١٦ في دقيقة فبري من زحل يمر في دقيقتين على

قوس تعدل فطر قرنا الظاهر

بعد ما كشف كاسيني يايجنوس اخفى عنه ايضا ثم وجده ثانية بنظارة اكبر فتعق ان نوره يختلف قوة وقد أكد ذلك سروليم هرشل فوجد ان نوره يقل بينما يمر على النصف الشرقي من فلكه واضعته عدد ٧ بعد الاستقبال والنتيجة ان هذا السيار يدور على محوره وان بعض الاقسام من سطحه اصلح من بعض لتعكيس النور حتى ان بعضه يكاد لا يعكس من النور شيئا

(٢٠٥) مادة زحل بالنسبة الى الشمس هي حسب نيوتون $\frac{1}{30.41}$ وحسب لابلاس $\frac{1}{33.09}$ وحسب بوفارد $\frac{1}{30.13}$ وحسب بسل $\frac{1}{30.00}$ ومادة كل نظام زحل لا تختلف كثيرا عن $\frac{1}{34.75}$ فطر الشمس الظاهر عند زحل = ٢ ومعظم تباین السهارات عند هو على ما يأتي. عطارد ٢' ١٩' الزهرة ٤' ٢١' الارض ٦' ١' المريخ ٩' ١١' المشتري ٢٣' ٢' فالناظر من زحل لا يرى من السيارات غير المريخ والمشتري ولا يرى المريخ بسهولة

بسبب بطوه حركة زحل جعله الكياويون عبارة عن الرصاص لاستعلام موقع زحل يعتمد حتى الآن على زيج بوفارد المطبوع في سنة ١٨٢١ اما اقماره فلم يصنع لها زيج بعد

اورانوس او هرشل H

(٢٠٦) اورانوس يدور حول الشمس في ٢٠٦٨٦٧ يوما اي ٨٤ سنة ونصف ومعدل بعده ١٧٥٣٨٥١.٥٢ ميلا ومباينة فلكه ٠.٤٦٦٧ اي اقل قليلا من مباينة فلك المشتري فيبلغ معظم بعده عن الشمس ١٨٢٥٧٠.٨٢٥ ميلا واقربه اليها ١٢٧٢.٠٠١٦٧٣ ميلا وقطر الظاهر على معدله = ٣.٩" وقطر الحقيقي نحو ٢٢٢٥٠ ميلا وقد حسب له ميدلر نسطيجا قطبيا $\frac{1}{1}$ وانكر ذلك غيره وربما يكون مسطحا عند قطبيه بدون ان يكون ذلك ظاهرا كل حين لان الشبه بكرة اذا نظرت اليه على خط يوازي محوره يرى مستديرا بالتام وميل خط الاستواء على فلكه نحو ٢٦ وثقله النوعي ٠.٨ وميل فلكه على دائرة البروج اقل من درجة واحدة .

اكتشافه . في ١٢ اذار سنة ١٧٨١ كان سروليم هرشل يرصد بعض النجوم الصغار بقرب H الثوأمين فوقع نظره على نجم مختلف عما في جواره فقوى قوأت نظارته فوجد قطر الظاهر يزيد بهذه الوساطة خلاف النجوم الثوابت ثم عين موقعه ووجد له حركة $\frac{1}{3}$ " كل ساعة وعلم بذلك الجمعية الفلكية الملكية فصار كل علماء الفلك يرصدونه واخذوا يحسبون له فلكا شجيا وان طابقت حساباتهم على الواقع بعض الايام خلت عن قريب حتى انتهى لتكسل الى الصحيح وهو ان

السيارة الجدد داهم في فلك هليجي يختلف عن دائرة قليلاً جداً
ثم وقعت المناولة من جهة تسميته فقال سروليم هرشل يُسمى نجم جاورجوس اكراماً للملك
جاورجوس الثالث ملك انكلترا وقال لايلاس بل يُسمى هرشل اكراماً لمكتشفه وقال بعضهم كنا
واخرون كنا الى ان قال بود بل يُسمى اورانوس فغلب عليه هذا الاسم
لورصد هرشل ذلك القسم من التوأمين قبل باحد عشر يوماً اي في ٢ اذار عوضاً عن ١٢
اذار لربما فائت حركة هذا السيارة لانه كان يومئذ في نقطة الوقوف في فلكه باعتبار الارض وكان
قد تعين قبل ذلك نجماً ثابتاً في عدة قوائم
للشوايت



قد حسب بعضهم ان السور الذي يستمد
اورانوس من الشمس يعدل نور ٢٠٠ بدر مثل
بدرنا . ومنه يشاهد زحل وربما المشتري ولا
ترى سائر السيارات

منى كان في الاستقبال يرى بالنظر المجرد
اذا عرف الناظر موقعه

على قول سروليم هرشل محور اورانوس في
سطح فلكه فيدورانه حول الشمس ترسم الشمس
دائرة حوله على خط لولبي فتكون في سمت
الراس للقطبين على التعاقب

قد شوهدت عليه بقع وكلف منها استنتج
دوران على المحور من الشمال الى الجنوب

قال البعض بثانية اقمار لاورانوس وقد شكل ١٢٧ مثل افلاك اقمار اورانوس على دائرة البروج
تأكد منها اربعة ولا ترى الا باقوى النظارات وميل افلاكها على دائرة البروج ١٠١°
ثم ١٨٠° - ١٠١° = ٧٩° فتكون حركتها بين عقدهما الصاعدة وعقدما النازلة (اي النصف
الشامي من افلاكها) من الشرق الى الغرب باعتبار البروج

تاريخ الاكتشاف	المكتشف	معدل بعد		مدة فجيعة	معظم التباين
		١/٣ ق	امبال		
(١) ارشيل	٣	لاسل ١٨٤٧ ايلول ١٤	٧'٤٤	١٢٢٨٤٩	١٢
(٢) أمبريشيل	٤	أتوسروف ١٨٤٧ ث ١٨	١٠'٢٧	١٧١٢٢٩	١٥
(٣) نيتانيا	١	سرولم هرشل ١٧٨٧ ك ١١	١٧'٠١	٨٢٨٠٨٦٩	٣٣
(٤) اوبرون	٢	" " " "	٢٢'٧٥	٢٧٥٦٤٨	٤٤

ميل افلاكها ± ٧٩ مياينة جزئية حركة متفترقة

من رصد لاسل في مالطة سنة ١٨٥٢ حُصِّيت مبادي نيتانيا واوبرون كما هو ادناه

(٣) نيتانيا $\frac{1}{3}$ ق فلكه على معدل بعد السيار ٨٨'٣٣ = ٢٨٨٠٨٠ ميلاً

طول العقدة الصاعدة $٢٥^\circ ١٦٥'$

ميل فلكه $٣٤^\circ ١٠٠'$

(٤) اوبرون $\frac{1}{3}$ ق فلكه على معدل بعد السيار ٢٠'٤٥ = ٢٨٤٣٣٠ ميلاً

طول العقدة الصاعدة $٢٨^\circ ١٦٥'$

ميل فلكه $٣٤^\circ ١٠٠'$

من حركات هذه الاقمار قد استُعْلِم مادة اورانوس وهي تُحسب انكي $\frac{1}{٢٤٩٠٥}$ وحسب ميدلر

$\frac{1}{٢٤٥١٦}$ وحسب لامونت $\frac{1}{٢٤٦٠٥}$ وحسب ادمس $\frac{1}{٢١٠٠٠}$ وحسب بوفارد $\frac{1}{١٧٩١٨}$ وهذه القيمة الاخيرة

قد تحققت زيادتها عن الحقيقة

لاستعلام مواقع اورانوس يستخدم زيج بوفارد المطبوع سنة ١٨٢١ غير انه ليس بصحيح والى الآن

لم يصنع غيره

نبتون ٣

(٢٠٧) معدل بعد عن الشمس ٢٧٤٦٢٧١٢٢٢ ميلاً ومباينة فلكه ٠.٠٠٨٧ فيكون

معظم بعده ٢٧٧٠٢١٧٣٤٤ واقلة ٢٧٣٢٢٢٥١٢٩ ميلاً ومدته $١٦٤^\circ ٦'$ سنة ٦٠١٢٦ يوماً

وقطر الظاهر يختلف بين $٢'' ٨'$ و $٢'' ٦'$ فيكون قطر الخفي ٢٦٦٢٠ ميلاً ولا يُعرف له سطح

قطبي وحركته كل ساعة ١٢٠٠٠ ميل ومدته دورانه على محوره مجهولة الى الآن وكثافته نحو $\frac{1}{١٠}$

كثافة الارض

منذ نحو ٤٦ سنة اخذ العلامة ألكسس بوفارد في اصطناع زيج لحركات اورانوس وفي حساباته المبنية على رصد السيار قبل اكتشاف كونه سياراً مع التي جرت بعد اكتشافه لم يستطع ان يجعل حساباً يطابق على نوعي الرصد فترك الاول وتمسك بالثاني فصنع زيجاً لم يزل مستخدماً الى الآن غير انه ليس بصحيح وذلك ليس من خلل في الزيج بل في اختلاف حركات اورانوس لم يكن معروفاً قبل وزعم بوفارد نفسه ان ذلك من قبل سيار آخر فلكه خارج فلك اورانوس وهكذا زعم كثيرون من علماء الهيئة في ذلك الوقت وفي كانون الثاني سنة ١٨٤٢ شرع الاستاذ ادمس بحسب مواقع سيار خارجي مزعوم وجوده بناء على اضطرابات اورانوس وبعد ما اشتغل بذلك نحو سنتين ارسل نتائج حساباته الى سرجاوج ايري مدبر مرصد كرينويج ولكنه لم يشهر شيئاً من ذلك في وقت وفي صيف سنة ١٨٤٥ اخذ لافريير يراجع حركات اورانوس وفي آخر تلك السنة اشهر مؤلفاً به برهن عدم امكانية صدور اضطراب اورانوس من زحل ولا المشتري وفي حزيران سنة ١٨٤٦ اشهر مؤلفاً ثانياً برهن به ان ذلك من قبل سيار خارج فلك اورانوس وحسب له فلكاً كما كان ادمس قد فعل قبل ووصلت منه نسخة الى سرجاوج ايري في ٢٢ الشهر فلما رأى موافقة حسابات لافريير حسابات ادمس الي بيده ارسل الى الاستاذ شالس من كمبردج في ٦ تموز يطلب اليه ان ينتش على السيار بنظاراته فشرع بذلك في ١١ تموز وفي ٢٩ ايلول وجد السيار وكان الدكتور غال من برلين ايضاً ينتش على السيار فوجد تجا زعمه اياه في ٢٣ ايلول وفي ٢٤ منه تأكد انه هو

موقعه الذي وجدته فيو غال طول شمسى ٢٢٦° ٥٢'

" بحساب ادمس ٢٢٩° ١٩'

" بحساب لافريير ٢٢٦°



شكل ١٢٨

من شكل ١٢٨ ينضح فعل هذا السيار في اورانوس فيو رسم فلك اورانوس ونبتون من سنة ١٧٨١ الى ١٨٤٠ فمن ١٧٨١ الى ١٨٢٢ يرى من توجه السهام ان جاذبية نبتون اسرع حركة اورانوس فظهر مقدماً عن الموضع المحسوب له وفي سنة ١٨٢٢ كان في الاقتران وفعل نبتون انما هو جذب اورانوس الى ابعد عن الشمس بدون ان يؤثر في طوله ومن سنة ١٨٢٢ الى ١٨٣٠

اخر نبتون اورانوس في حركته حتى لاشي زيادة الطول المكتسب منذ ١٧٨١ وبعد سنة ١٨٣٠

تغيرت علامة الخطاء من + الى -

لم يرَ عليه مناطق ولا كلف فلا يُعرف مدّة دورانه على محوره

لنبتون قمر واحد كشفه لاسل ويوند في سنة ١٨٤٦ وزعا بشأن غيران ذلك لم يؤكد بعد
بعد القمر عن السيار على افتراض $q = 1 - 3$ هو $12^{\circ} 00'$ اي 220000 ميل ومدته النجمية
 $8^{\circ} 21' - 8^{\circ} 87'$ ومعظم نهايته ١٨ وهو على قدر نجم من القدر الرابع عشر وحركته متفردة
اما مادة نبتون فقد اختلفوا فيها وهي حسب او ثوسمروث $\frac{1}{14494}$ وحسب بيرس $\frac{1}{1878}$ وحسب
يوند $\frac{1}{19400}$ وحسب سافورد $\frac{1}{20036}$

لا يرى عن نبتون من السيارة غير زحل واورانوس

الزيج لنبتون المعتمد عليه هو زيج العلامة سيمون نو كوسب من المرصد الاي في واشنطن

الفصل الحادي عشر

في مبادئ افلاك السيارات

(٢٠٨) ان الناظر الى السيارات من سطح الارض يراها من خارج مركز حركاتها وخارج
سطوح افلاكها وكل رصد على سطح الارض يقتضي احالة الى مركز الشمس ثم من المعينات والفصلات
تُحسب مبادئ قطع مخروطية في المواقع المعينة وتكون الشمس في المحترق ويتضي لذلك
معرفة الصعود المستقيم والميل في ثلاثة مواضع ثم لكي يُحسب موقع سيار في وقت مفروض يقتضي
معرفة سبعة اشياء تُسمى مبادئ فلكه وهي

- (١) مدّة دورانه حول الجرم المركزي
- (٢) معدل بعده عن الشمس اي نصف قطر هليجيتو الاعظم او البعد الاوسط
- (٣) طول العقدة الصاعدة = δ
- (٤) ميل سطح فلكه على دائرة البروج = ϵ
- (٥) مبانة فلكه اي نسبة بعد المحترق عن المركز الى بعده عن المحيط = e
- (٦) طول نقطة البعد الاقرب اي نقطة الرأس = π
- (٧) موقع السيار في وقت ما معين

فالثالث والرابع مختصان بوضع سطح فلكه والثاني بعين مساحة فلكه والخامس هيئته (٢٠٩) موقع الشمس تُعرف من موقع الارض وبالعكس لانه بين طولها وعرضها ١٨٠° ابداً وموقع القمر الظاهر موقعة الخفي لانه في مركز حركته والطول والعرض لها يُعرف من صعودها وميلها بحساب المثلثات الكروية كما تقدم (٢١٠) فصاعداً والامر ليس كذلك في السيارة فيقتضي ان نُحول رؤياها من الارض الى ما كانت لو نُظِر اليها من الشمس اية في عرف علم الهيئة مفروض موقع سيار الارضي مطلوب موقعة الشمسي

(٢١٠) المبدأ الاول مدة الدوران . تُستعلم من رصد المدة بين وصول سيار الى عقدة الى ان يعود الى تلك العقدة ثانية . فمى كان السيار عند العقدة اى عند نقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج يُرصد الصعود المستقيم والميل ويُحسب لاقوات متعددة ومنها يُحسب الطول والعرض فمى كان العرض صفراً لنا وقت مرور السيار بالعقدة وان كانت بين عرضين محسوبين يكون واحد منها شمالياً والآخر جنوبياً فيستعلم وقت الوصول الى العقدة بالنسبة ويُكرر هذه الرصد عند رجوع السيار الى العقدة فتُستعلم مدته ويُصلح اصلاً جزئياً بسبب تقهر العقدة وتُستعلم المدة ايضاً برصد المدة بين اقتران واقتران واستقبال واستقبال كما تقدم في القمر . مثالة عبور عطارد عند الاقتران الاسفل اذا عُرِف وقت حدوثه مرتين . فاقسم المدة بينهما على عدد دوراته في تلك المدة فيخرج معدل مدته القانونية

(٢١١) الامر الثاني بعد عن الشمس

ان كان السيار اسفل يُستعلم بعد عن الشمس هكذا

ليكن ش (شكل ١٢٩) الشمس وي الارض وس السيار . قس التباين الاعظم ش ي س ثم قل ل ق : جيب ش ي س : ش ي : ش س وان كان الخفي هليجياً تستعلم ش س مراراً عديدة فتختلف قيمته ومتى كثرت هذه القيات يُعرف معدل البعد . اما السيارات العليا فيُستعلم بعدها عن الشمس برصد تقهرها عند الاستقبال لانه كلما زاد بعد السيار قل تقهره الظاهر من قبل حركة الارض

شكل ١٢٩

ليكن ش الشمس (شكل ١٢٠) ي الارض وم سيار من السيارات العليا ولتُر ي على ي

في مدة قريبة مثل يوم واحد ويمر على م م في تلك المدة نفسها واذا قد عُرِفَت مدة دوران

شكل ١٢٠

ي وم كما تقدم نعرف الزاوية ي ش ي والزاوية م ش م فتعرف فضلها م ش ي . ارم

الخط γ م واخرجه حتى يلاقي θ م في κ وارسم γ ر يوازي θ ك فالزاوية $\kappa \gamma$ ر هي قياس
التهجر في يوم واحد أي في مدة مرور الأرض على γ والسيارة على θ م وتعرف بالرصد والزاوية
 $\theta \kappa \gamma =$ $\kappa \gamma$ ر فتعرف الزاوية الثالثة $\kappa \gamma$ θ فتعرف في المثلث $\theta \kappa \gamma$ θ كل الزوايا
والضلع $\theta \gamma$ فيستعلم من ذلك θ م وهذا العمل يكرر عند كل استقبال فيعرف معدل البعد
عن الشمس



شكل ١٣١

(٢١٢) الامر الثالث طول العقدة الصاعدة
لتكن θ الشمس (شكل ١٣١) وي ن غ فلك
الأرض وود ق قسماً من فلك سيار و س د ل قسماً
من قوس في سطح دائرة البروج يقطع فلك السيارة في
د فيكون θ د خط العقدتين وليكن γ أ ف أ θ ش أ
خطوطاً متوازية نحو الاعتدال الربيعي ولنفرض الأرض
عند γ والسيارة عند العقدة د فتكون النقطة γ و د
وش في سطح دائرة البروج و ا ي د = طول د
و ا ي θ = طول الشمس . وبعد استعلام هذين
الامرين نعرف فضلتهما $\theta \gamma$ د ثم ليذكر السيارة دورة
كاملة حتى يعود الى د ايضاً وتكن الأرض حينئذ عند

ف فيستعلم كما تقدم الطول أ ف د وطول الشمس أ ف θ وفضلتهما θ ف د واذ قد
عرفت المدة بين γ و ف يعرف $\theta \gamma$ θ ف والزاوية $\gamma \theta$ ف فيعرف γ ف والزاوية
 $\theta \gamma$ ف وش ف γ فيعرف د ي ف و د ف γ والضلع γ ف معروف فيستعلم ف د
وفي المثلث $\theta \gamma$ ف د لنا θ ف و ف د وش ف د فيستعلم ف θ د . اطرح منها أ θ ف
(= كال أ ف θ) فتبقى أ θ د = طول العقدة الشمسي وبتكرار هذا العمل استعلم تهجر العقدة
وهو بعض الدقائق في كل مئة عام

(٢١٣) الامر الرابع ميل فلك السيارة على دائرة البروج

استعلم من التريجات وقت اتفاق طول الشمس وطول العقدة الشمسي واستعلم لتلك اللحظة
طول السيارة الأرضي وعرضه الأرضي ثم (شكل ١٣٢)

ليكن γ الأرض وش الشمس وف موقع السيارة ون و خط العقدة على استقامة
 γ وش و ي ا ش آ جهة الاعتدال الربيعي . ارسم γ ف واجعله نصف قطر وارسم سطح كره يقطع

$\frac{1}{4} ق \times جيب ب ق = ماس ف ق$ في نظير ماس ف ب ق

(2)

لتكن ش (شكل ١٢٢) الشمس ي الارض ي ب من فلكها ف السيار ي ا ش آ جهة
 الاعتدال الربيعي. ا رسم ف ق عمودياً على سطح فلك البروج ا ي ق = طول السيار الارضي
 وآ ش ق طول الشمس ي ف ي ق = العرض الارضي وف ش ق العرض الشمسي وش ي ف



اي تباهن السيار عن الشمس في قوس
يعرف من الرصد . ش ي القطر
الحامل للارض وش ف القطر
الحامل للسيار معروفان ايضاً فيستعلم
ف ي والمثلث ف ي ق ذو قامة
عند ق فيستعلم ي ق . وفي المثلث
ق ي ش معروف ي ق وي ش

والزاوية $ق إي ش$ ($=$ $اي ش - اي ق$) فيستعلم $ق ش ي$ وق $ش$. اطرح $ي ش آ$
($اي كمال اي ش$) من $ق ش ي$ فتعرف $آ ش ق$ وهب طول $ف الشسي$. ثم في المثلث

ف ش ق القائم الزاوية لنا ش ق وش ف فتستعلم ف ش ق اي المرض الشمسي
(٣١٥) الامر الخامس والسادس اي مياينة فلكه وطول نقطة الرأس ابي نقطة البعد
الاقرب الى الشمس (شكل ١٢٤)



174 kg

يتعين في فلكه ثلاث نقط م ون وف
حسب ما تقدم فيكون س م س ن س ف
اقطار حاملة ا رسم ن م ن ف فيعرف المثلثان
م ن س ن ف س اخرج ن م حتى تكون
نسبة ن ر م ر ن س م س فتتعين
نقطة ر واجعل ن ل ف ل ن س
ف س فتتعين نقطة ل وارسم المخطط ص ص
مارا على ر ول فهو المخطط المرشد لنقطع

الخروط المار في م ون وف. ا رسم عليه اعمدة من سَ وم ون وف فمحور المنحنى هو في ك سَ بعد
اخراج النسبة سَ م : م غ هي النسبة لكل نقطة من المنحنى. انظر كتابي في العالم صحيفة ٢٦٢
ا رسم م د عموداً على ك سَ فالزاوية ل ن سَ هي الزاوية الخارجة للمثلث ن ف سَ وهي
معروفة. اطرح منها م ن سَ تبقى ل ن ر ولنا الضلعان ل ن ن ر فنستعلم الزاوية عند ر
ولنا م ر من المثلث م غ ر فنستعلم م غ والزاوية غ م ر و ١٨٠ - (غ م ر + م ر سَ) =
م سَ د وم سَ معروف فنستعلم د سَ. وغ م + د سَ = سَ ك اي بعد الحرق عن الخط
المرشد فلاجل استعمال البعد الاقرب ا قسم سَ ك بحيث تكون نسبة سَ ا : ا ك :: سَ م : م غ
فتتطأ ا هي البعد الاقرب

وللبعد الأبعد اخرج ك س الى ب بحيث تكون نسبة س ب : ب ك :: س م : م غ فتكون نقطة ب البعد الأبعد

انصف اب في س واقسم س س على اس فالتخرج مباينة الفلك
اما طول نقطة البعد الاقرب فيعرف من م س لان طول س م يعرف من اول العمل
بالرصد كما تقدم

في معرفة اقدار الاجرام بالمقابلة بين افلاك اقمار دائرة حولها
(٢١٦) معرفة اقدار الهبوط في الاجرام السموية امر مستغرب عند عامة الناس ولكنه معروف
بالتدقيق من قواعد الجاذبية العامة

لنفرض ج = جاذبية جرم وم = قدر الهوى فيو وبعد د فقد تقدم ان ج يغير بالاستقامة
كمقدار الهوى فيو وبالقلب كمرجع البعد اي ج $\propto \frac{1}{r^2}$ وقد تبين ايضا ان قوة الجاذبة تتغير
كالبعد وبالقلب كمرجع المدة اي كالبعد مقسوما على مربع وقت الدوران اي ج $\propto \frac{1}{r^2}$ حيث و =
وقت الدوران فبالمساواة $\frac{1}{r^2} \propto \frac{1}{r^2}$ وم $\propto \frac{1}{r^2}$ اي مقدار الهوى في جرم مركزي هو كعكس البعد
وبالقلب كمرجع مدة الدوران اية مكعب البعد على مربع وقت الدوران فللمقابلة بين الشمس التي
تدور حولها الارض والارض التي يدور حولها القمر لنا

$$\frac{29143000}{23605206} : \frac{238750}{127433} :: 1 : 238048 \text{ تقريبا اي الشمس } 238048 \text{ مرة اكبر من}$$

الارض وعلى هذا الاسلوب قد استعلم ان قدرها = ٢٧٤ مرة قدر السيارات جميعها معا
مثال ١ لو كانت مادة الارض تعدل مادة الشمس فبكم من الوقت كان القمر يدور حولها
على افتراض بعده مثل بعده الآن

$$\text{ليكن ك الوقت المطلوب فلنا } 1 : 238048 :: \frac{1}{(127433)^2} : \frac{1}{(23605206)^2} = \frac{1}{23605206^2} : \frac{1}{127433^2}$$

مثال ٢ كم يجب ان يزيد جرم الارض لكي يدور القمر حولها في نفس مدته الحاضرة اذا بعد
عنها ثلاثة امثال ما هو الآن

مثال ٣ بعد المشتري عن الشمس ٤٩٦٠٠٠٠٠٠ ميل ومدته ١٢٢٢ يوما وقرن
الرابع بعيد عنه ١٢٠٠٠٠٠ ميل ويدور حوله في ١٦ يوما ١٦ ١٢١ فاي نسبة المشتري الى
جرم الشمس

الجواب ١ : ١٠٤٨

مثال ٤ القمر يدور حول الارض في ٢٧ ٢٢ يوما على بعد ٢٣٨٦٥٠ ميلا وقمر المشتري
الثاني يدور حوله في ٢٥٥٢ ايام على بعد ٤٤٢٩٠٠ ميل فاي نسبة جرم الارض الى جرم المشتري
الجواب ١ : ١ + ٢٧٨

(٢١٧) جرم السيارات التي لها اقمار تعرف بمقايضة اوقات دوران القمر حول السيارة على
دوران السيارة حول الشمس وبذلك تعرف نسبة اجرامها بالنسبة الى الشمس والتي ليس لها اقمار
تعرف اجرامها ببقائها في غيرها لاضطراب حركاتها . مثالة فعل القمر في المد والجزر يستدل به على
جرم وفعل الزهرة في اضطراب حركة الارض يستدل به على جرمها

(٢١٨) كثافة الاجسام تتغير كاجرامها منسومة على حجمها فان عرفنا الحجم والحجم نعرف
الكثافة بالنسبة الى كثافة الارض التي نحسب واحداً ونعرف ثقلها النوعي بنسبة كثافتها الى كثافة
الماء فتوزن الاجسام السموية كما توزن المواد الارضية وقد ذكرت الكثافة والقل النوعي (انظر
صفحة ١٦٥)

في ثبوت النظام الشمسي

(٢١٩) ان التغيير الحاصل لحركة سيار من جراء فعل آخر فيه قليل جداً في دوران واحد ولكن هذا التغيير القليل في تمادي الادوار يبلغ الى تغيير عظيم ان بقي على حاله وتخرج من ذلك مسائل معتبرة منها هل لا يؤثر ذلك الى ملاشاة الترتيب الحسن الذي رآه الآن وبالنتيجة الى خراب النظام الشمسي تماماً فان زادت مباينة فلك الارض شيئاً فشيئاً او اقترب القمر الى الارض قليلاً في كل دورة أفلا تتغير فصولنا تماماً بالاول ولا يقع القمر الى الارض اخيراً بالثاني ومكانا في بقية السيارات وهذه التغييرات حادثة كما يعلم من الرصد في ادوار متتابة وحركة القمر الآن اسرع ما كانت قديماً وميل دائرة البروج $\frac{1}{2}^\circ$ اقل مما كان في عصر ارسططاليس ولكنه قد تحقق ايضا ان هذه التغييرات لها حد معلوم وبعد بلوغها فلا ذلك الحد تعود الحركات راجعة الى ما كانت عليه حسب برهنة لا كرانج ولا پلاس من قواعد الجاذبية العامة فلا يمكن لافلاك السيارات ان تتغير كثيراً عما هي عليه ولا لدائرة البروج ان تطابق على خط الاستواء

(٢٢٠) في النظام الشمسي كل ما كان جرم السيار اعظم كانت مباينة فلكه اقل فنرى الاصغر مثل النجمات وعطارد والمريخ مباينة افلاكها كثيرة وكلها صغيرة جرمها ومباينة فلك المشتري قليلة جداً وذاك يؤثر ايضا الى منع خروجها كثيراً عن افلاكها الحاضرة ومن هذه الاسباب يزال كل خوف من جراء عدم ثبوت النظام الشمسي

(٢٢١) بين السيارات نسبة ثابتة من جهة سرعتها وبعد ما عن الشمس وجاذبية الشمس لها حتى اذا عُرِقت نسبة سيار الى سيار من جهة امر واحد من هذه الثلاثة يعرف الاخران

لفرض ر = معدل البعد و ت = مدة الدوران و س = السرعة و ج الجاذبية ولنفرض
ص = البطء = مكفوء السرعة اي $\frac{1}{ر}$ و ل = المنخفة اي مكفوء الجاذبية اي $\frac{1}{ج}$
ثم حسب (١٠٤) س = $\frac{\pi^2}{ت^3} \propto \frac{1}{ت^3}$ ، س = $\frac{1}{ر^3}$ ، س = $\frac{1}{ج}$

وهو يجب قاعدة كبلر الثالثة

$$ت \propto ر^{\frac{3}{2}} \propto \frac{1}{س^{\frac{2}{3}}} \propto \frac{1}{ج^{\frac{2}{3}}}$$

$$ثم ص = \frac{1}{ر^3} \propto \frac{1}{س^{\frac{3}{2}}} \propto \frac{1}{ج^{\frac{3}{2}}} \propto \frac{1}{ر^{\frac{3}{2}}} \propto \frac{1}{ص^{\frac{3}{2}}} \propto ر^{\frac{3}{2}}$$

$$وايضاً بحيث ان س = $\frac{1}{ر^3} \propto \frac{1}{ج} \propto \frac{1}{ر^3} \propto \frac{1}{ج} \propto \frac{1}{ر^3} \propto \frac{1}{ج}$$$

$$\frac{1}{ر^3} \propto \frac{1}{ج} \propto \frac{1}{ر^3} \propto \frac{1}{ج}$$

حسب قاعدة الجاذبية ج = $\frac{1}{ر^2} \propto \frac{1}{ل^2} \propto \frac{1}{ر^2} \propto \frac{1}{ل^2} \propto \frac{1}{ر^2} \propto \frac{1}{ل^2}$

$$\frac{1}{ر^2} \propto \frac{1}{ل^2} \propto \frac{1}{ر^2} \propto \frac{1}{ل^2} \propto \frac{1}{ر^2} \propto \frac{1}{ل^2}$$

ص ٥٥ ص ١ ر ٥٥ ص ٢ ت ٥٥ ص ٣ ل ٥٥ ص ٤ فلنا مكفوف السرعة ص والبعد ر
والمدة ت ومكفوف الجاذبية ل ويدل على تناسب بعضها الى بعض بالسلسلة الهندسية ص ١ ص ٢
ص ٣ فيها الحلقة الاولى = التناسب

(٢٢٢) لاجل استعمال هذه النسببات اذا فرضت سرعة سيارين فخذ مكفوفها فلان
تناسب ص للاتنين فترقي حلقات هذه السلسلة الى القوة الثانية او الثالثة او الرابعة حسبما تقتضيه
المقابلة بين الاثنين من جهة راوت او ل

اذا فرض تناسب البعد او المدة او الجاذبية بين الاثنين فاستخرج الجذر المدلول عليه بدليل
ص لكي تستعلم التناسب من جهة ص ثم يتم العمل كما تقدم

مثال ١ مدة النجم پلاس ٢٢ ٤ سدين فكم يزيد بعد عن الشمس على بعد الارض عنها وكم
يُجذب اقل من الارض الى الشمس وكم تبطو حركته عن حركة الارض
لفرض ت ص رل للارض وت ص رل لبلاس ثم

$$ت : ت :: ١ : ٦٦٧٢$$

$$١ : ٦٦٧٢ :: ١ : ٤٦٦٧٢$$

$$ص : ص :: ١ : ٦٧٢ اي سرعة الارض ٦٧٢ اكثر من سرعة پلاس$$

ثم ر : ر :: ١ : (١٦٧) ٢ :: ١ : ٢٧٩٢٦ اي زيادة بعد پلاس عن الشمس فوق بعد
الارض عنها

وايضاً ل : ل :: ١ : (١٦٧) ٤ :: ١ : ٧٩٨٥٠ اي الجذب الشمس تجذب الارض نحو ٧٨
مرات اكثر مما تجذب پلاس

(٢) كم تكون مدة سيار يدور حول الارض عند سطحها

$$\text{بعد القمر} = ٦٠ \times \frac{١}{٢} \text{ في الارض تقريباً فبعد هذا السيار: بعد القمر} :: ١ : ٦٠ ::$$

$$ص : ص :: ١ : (٦٠) ٢ :: ١ : ٣٦٠٠ ت : ت :: ١ : (٦٠) ٢ :: ١ : ٣٦٠٠$$

$$\text{ومدة القمر } ٢٧ \frac{٢٢}{٢٢} \text{ يوماً} = ٦٨٠٠٠ \text{ ساعة فتكون مدة السيار} = \frac{٦٨٠٠٠}{٢٢} = ٣٠٩١ \text{ ساعة}$$

$$= ٢٤٦٠٠ \text{ تقريباً}$$

(٣) كم يجب ان تسرع الارض حتى تخسر الاجسام على خط الاستواء كل وزنها

$$\text{هذه هي نفس حالة السيار المذكور في المثال الثاني مدته } ٣٠٩١ \text{ ساعة و } \frac{٢٤}{٢٢} = ١٧ \text{ فلو}$$

اسرعت الدورة اليومية على المحور ١٧ من لخسرت كل الاجسام على خط الاستواء وزنها ودارت

دورة مستقلة

مثال ٤ ما هي مدة جرم دائر حول الارض على بعد ٥٠٠٠ ميل عن مركزها
الجواب $٥٩٣١ \frac{1}{4} ٣٣$

مثال ٥ الى كم يجب ان يبعد القمر عن الارض لكي تصبح مدته سنة

الجواب ١٣٤٤٠٠٠ ميل

مثال ٦ لو كثيف سيار حركته اليومية خمسة امثال حركة عطارذ اليومية فكم تكون بعدة
عن مركز الشمس الجواب ١٤٨٠٠٠٠ ميل

مثال ٧ النجم الكبير المذنب سنة ١٨٤٢ كان عن مركز الشمس عند البعد الاقرب
٥٢٣٠٠٠ ميل فافى سرعته كل ساعة

مثال ٨ كم يجب ان يزيد جرم الارض لكي يدور حوله القمر في ٢٤ ساعة على بعده الحاضر
مثال ٩ اذا قُدِّمَت مواد من بركان في القمر نحو الارض اين تكون على موازنة بينها على
افتراض جرم القمر $\frac{1}{8}$ من جرم الارض

الجواب ٢٤٠٠٠ ميل من مركز القمر تقريباً

مثال ١٠ على افتراض عدم وجود جرم في الكون غير كرة قطرها قيراطان كثافتها كثافة
الارض ولها قمر نقطة كم تكون مدة القمر على بعد قدم اذا دار في دائرة تامة

الجواب ٥٣ ١٠ ٣١٠

قد تقدم ان الجاذبية تتغير بالاستقامة كالمادة وبالقلب كربع البعد والنور بالاستقامة كالمادة
او مقدار الجسم النير وبالقلب كربع البعد

مسئلة. اذا فُرِضَت مادة الارض ٧٥ مرة مادة القمر والبعد بينها ٣٠ مرة قطر الارض ووُصِلَ
بين مركبيها بخط قائم على ذلك الخط تكون الجاذبية نحو احدهما متساوية للجاذبية نحو الآخر

افرض س = مادة القمر وب = مادة الارض ود = البعد بينها وك = بعد النقطة
المطلوبة من مركز الارض فيكون الباقي (د - ك) وبالمبدأ المذكور

$$\begin{aligned} \text{ك} : (د - ك) :: \text{ب} : \text{س} \quad \text{س} : \text{ك} :: \text{ب} : (د - ك) \\ \frac{\text{د} - \text{ك}}{\text{د}} = \frac{\text{ب}}{\text{س}} \quad \text{ود} - \text{ك} = \frac{\text{ب} \times \text{د}}{\text{س}} \end{aligned}$$

وبالمفروض د = ٣٠ ب = ٧٥ وس = ١

$$\text{ك} = \frac{٣٠ \times ٧٥}{١ + ٧٥} = ٢٦ \frac{1}{2} \text{ تقريباً} \quad \text{ود} - \text{ك} = ٣ - ٢ \frac{1}{2} \text{ تقريباً}$$

$$\text{سلباً ك} = \frac{\overline{د ب}}{\overline{ب س}} \text{ و } د - ك = \frac{\overline{د س}}{\overline{ب س}} - \frac{\overline{د ب}}{\overline{ب س}}$$

$$\text{ك} = \frac{75620}{1 - 75620} = 229 \text{ د} - ك = 229 - 229 \text{ تقريباً}$$

اي المجاذبية نحو الارض تعدل الجاذبية نحو القمر ايضاً على الخط المذكور الى الجهة المتقابلة من القمر تعدل 229 مرة قطر الارض

مسئلة . اين على الخط المشار اليه تكون جاذبية الارض 16 مرة جاذبية القمر
افرض ك = البعد عن الارض د - ك = البعد عن القمر وجاذبية الارض = $\frac{16}{د}$ وجاذبية القمر = $\frac{1}{د - ك}$ بشروط المسئلة $\frac{16}{د} = \frac{1}{د - ك}$

$$\frac{\overline{د ب}}{\overline{ب س}} + \frac{\overline{د س}}{\overline{ب س}} = \frac{\overline{د ب}}{\overline{ب س}}$$

$$\overline{د ب} - \overline{د ب} = \overline{د س} = \overline{د س} \text{ ك}$$

$$\text{اجاباً ك} = \frac{\overline{د ب}}{\overline{ب س} + \overline{د س}} = 20.5 \text{ تقريباً}$$

$$\text{سلباً ك} = \frac{\overline{د ب}}{\overline{ب س} - \overline{د س}} = 55.7$$

اي 55.7 مرة قطر الارض في الجهة المتقابلة

لو فرض عدد آخر غير 16 تظهر في العبارة المذكورة على صورة $\overline{ب س}$ فلو قيل اين تكون جاذبية الارض ن مرة جاذبية الارض على الخط المذكور لنيل بالعبارات المذكورة

$$\frac{\overline{د ب}}{\overline{ب س}} \text{ و } \frac{\overline{د س}}{\overline{ب س} - \overline{د ب}}$$

وهذه القاعدة تصح في اي جسمين فرضاً ونصح في نسبة نور جسمين كما تصح في جاذبيتها اذا فرضت نسبة نور احدها الى نور الآخر على بعد محسوب واحداً

ونصح القاعدة ايضاً اذا فرض البعد بين جرمين وطالب النور النسبي او الجاذبية النسبية بينهما

مثال . مفروض بعد المريخ وبعد القمر عن الارض مطلوب نسبة نور احدها الى نور الآخر

لو كانا على مساحة واحدة لنهلا مقداراً واحداً من نور الشمس على بعد واحد واذا اختلف البعد

فالنور يختلف كالمساحة وبالقرب كربع البعد

مساحة الكرات هي بالنسبة الى كموب اقطارها ولنفرض $م =$ قطر المريخ و $م =$ قطر القمر
ور = بعد المريخ عن الشمس و $ر =$ بعد القمر عن الشمس

فنور المريخ = $\frac{ر^2}{م^2}$ ونور القمر النسبي $\frac{ر^2}{م^2}$

ثم من انعكاس النور منها الى الارض يقل بالنسبة الى مربع بعد انجرامين المذكورين عن الارض
افرض $د =$ بعد المريخ عن الارض

" $د$ " القمر " "

فحينئذ $\frac{ر^2}{م^2} =$ نور المريخ عند ادارة كل وجهه المنور نحو الارض و $\frac{ر^2}{د^2} =$ نور البدر
فلنحسب نور المريخ وهو في الاستقبال واحداً

ولنفرض نور القمر البدر بالنسبة الى نور المريخ ك فلنا

$$\frac{ر^2}{د^2} : \frac{ر^2}{م^2} : 1 : ك$$

ك = $\frac{ر^2}{م^2} \times \frac{م^2}{ر^2} \times \frac{د^2}{د^2}$. يكفي في هذا الكسر معرفة نسبة $م$ الى $م$ و $ر$ الى $ر$

$$م = ٤٠٠٠ \text{ تقريباً } م = \frac{٤٣}{٨٠} = ٢١٥٠$$

$$ر = ١٤٤٠٠٠٠٠٠ = ر = \frac{١٤٤}{٩٥} = \frac{١٤٤}{٩٥}$$

$$د = ١٤٤٠٠٠٠٠٠ - ٩٥٠٠٠٠٠٠ = ٤٩٠٠٠٠٠٠ = د = \frac{٤٩٠٠}{٢٤} = \frac{٤٩٠٠}{٢٤}$$

$$و ك = \left(\frac{٤٩٠٠}{٢٤}\right) \times \left(\frac{١٤٤}{٩٥}\right) \times \left(\frac{٤٣}{٨٠}\right) = ٢٧٦١١$$

اي نور البدر ٢٧٦١١ مرة نور المريخ عند الاستقبال وهو على معظم نوره

مسئلة . ما هو نسبة نور المشتري الى نور زحل عند الارض عند استقباليها على افتراض نسبة

قطر المشتري الى قطر زحل " ١١ : ٨ " وبعد الثلاثة الاجرام النسبي عن الشمس ١٠ و ٥٢ و ٩٥

الجواب اذا حسب نور زحل واحداً يكون نور المشتري ٢٤٤٥ تقريباً

الفصل الثاني عشر

في النجوم المذنبة والنيازك أو الشهب

(٢٢٣) نجم ذي ذنب غالباً ثلاثة اجزاء وهي النواة أو اللب واللحمة والذنب اما النواة فهي نقطة يضيء نيرة في وسط الراس واما اللحمة او الشعر فهي مادة سحابة محيطة بالنواة وكثير منها لا يرى لها نواة اما الذنب فكأنه امتداد للحمة وذلك احياناً الى طول عظيم جداً



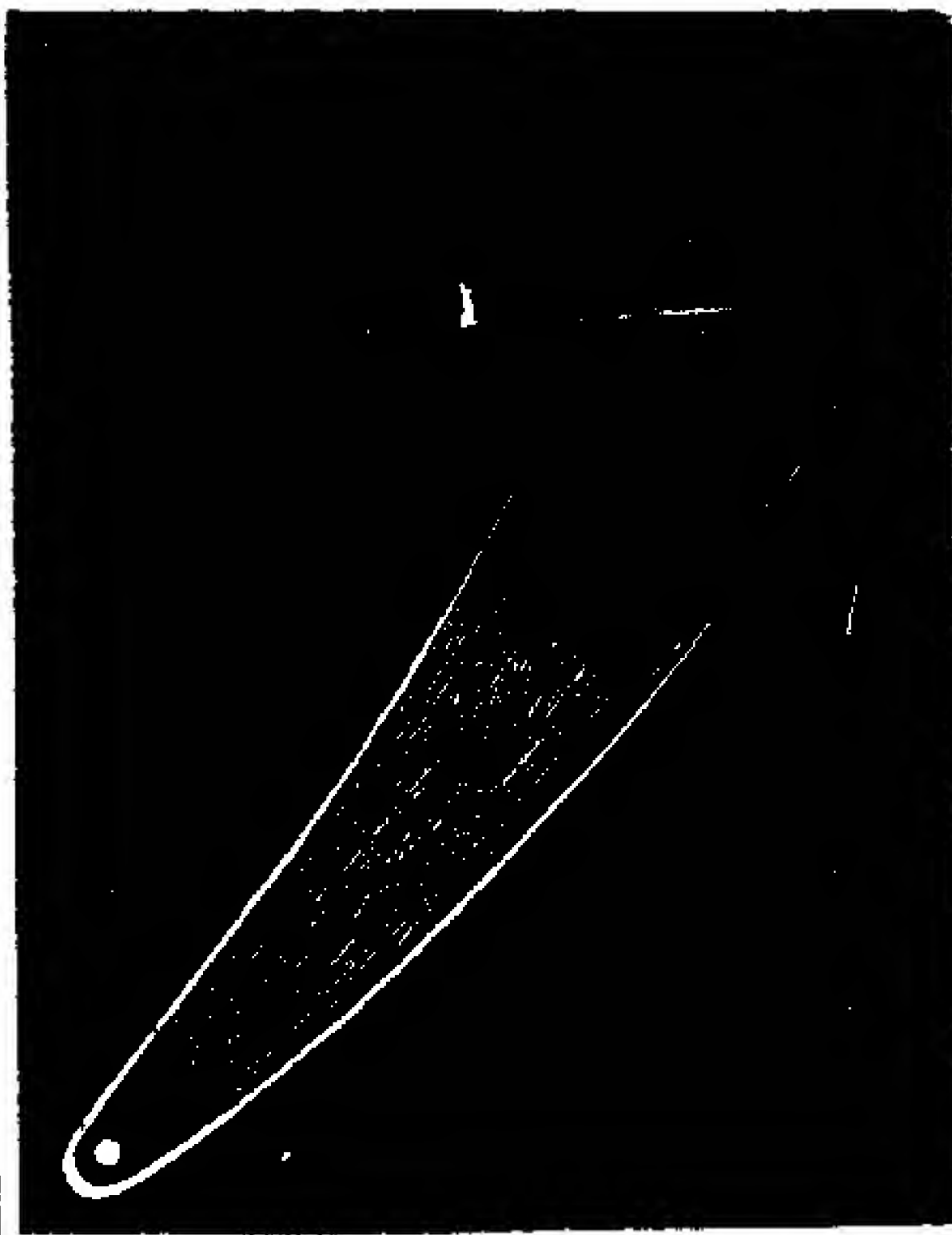
شكل ١٣٦ مذنب سنة ١٦٨٠



شكل ١٣٥ مذنب دوناتي مار* بالسماك الراح في ١٨٥٨ سنة

(٢٢٤) عدد هذه الاجرام كثير وقد حُسِبَت افلاك نحو ٣٠٠ منها وقد ذُكِرَ ظهوراً اكثر من ٥٠٠ لم تحسب افلاكها وربما ياتي ويمضي منها كثير لا تُرى لكونها فوق الافق في النهار من ظهورها للارض وقد ذكر الفيلسوف سنيكا انه في كسوف حدث ق م ٦٠ ظهر نجم مذنب بقرب الشمس وقد رسمنا صورة رُوي بعض هذه الاجرام مع اوقات ظهورها فالذي ظهر في سنة ١٦٨٠ رصدهُ اسحق نيوتون وحسب فلكه وهو اول من حسب فلك نجم مذنب على موجب قواعد تعاليمية حقيلية . اقترَب الى الشمس حتى صار بينها ١٢٠٠٠٠ ميل فقط

ومن هذه الاجرام ما سمي مذنب هالي لان المعلم هالي حسب فلكه واخبر بوقت رجوعه فرجع حسب ما اخبر به ومنها مذنب انكي ومذنب بيا لامدتها ليست بطويلة كما سيأتي ذكره (٢٢٥) بين هذه الاجرام اختلاف كلي في حجمها ونورها فنشأ في التاريخ عن نجم مذنب ظهر في رومية مذ بسيرة قبل موت بوليوس فيصر كان يرى في نصف النهار وقت معظم نور الشمس والذي ظهر في ١٦٨٠ امتد ذنبه في قوس ٩٧ وحسب طوله ١٢٣٠٠٠٠٠٠ ميل والذي ظهر في ١٨١١ كان قطره ٤٢٨ ميلاً فقط وطول ذنبه ١٢٢٠٠٠٠٠٠ ميل ولو التفت الارض فيه لاحاطها اكثر من ٥٠٠ مرة وقد ظهرت نجوم مذنبه قطر نواها ٢٥ ميلاً فقط وكثير منها تباين لسا مثل قليل من البخار او قطع من الضباب واكثر النجوم المذنبية لا تترى الا بواسطة نظارة



ورؤية نجم واحد من هذا النوع تتغير عما كانت قبل وقد ظهر نجم هالي سنة ١٢٠٥ وسمي النجم ذا المقدار المول وفي ١٤٥٦ امتد ذنبه من الافق الى سمت الراس وامر البابا بتقديم صلوات خصوصية يومياً في جميع الكنائس لعل الله ينجي العالم من هذا النجم ولما ظهر ايضاً سنة ١٦٨٢ كان طول ذنبه ٢٠ فقط وفي ١٧٥٢ لم ير الا بالنظارة حتى بعد جوازه نقطة البعد الاقرب وعند رجوعه سنة ١٨٣٥ كان طول ذنبه ١٢ فقط وهذا التغيير حاصل من تغيير موقعه بالنسبة الى الارض لانه ان نظير الى الاذنان على خط عمودي

شكل ١٣٧ مذنب سنة ١٨١١

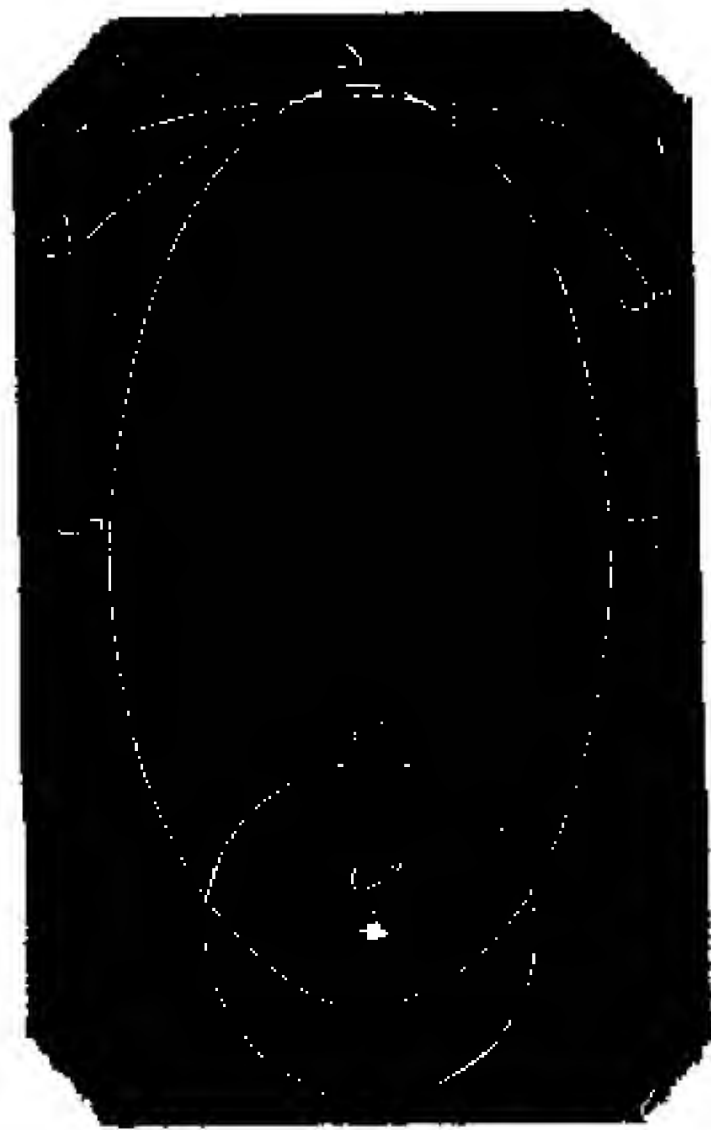
تباين قصيرة وان نظير اليها بالورب تباين طويلة وايضاً من كون الارض احياناً قريبة اليها عندما تنقطع دائرة البروج واحياناً بعيدة وهي ايضاً تتغير حقيقة حجمها ونورها (٢٢٦) مئات دوران هذه الاجرام تختلف ايضاً كثيراً. فمذنب انكي يدور في $\frac{1}{3}$ سنة او ١٢٠٨

أيام ولا يُعرف مذنب مدته أقصر من هذه والذي ظهر سنة ١٨١١ قد حُصِيَتْ مدته ٣٠٦٥ سنة على احتمال خطأ ٤٢ سنة بعد الأبعد ١٤ مرة بعد نبتون عن الشمس أي ٤٠١٢١٠٠٠٠٠ ميل والمسافة بين هذه الأجرام والشمس مختلفة كثيراً فمذنب أنكي لا يخرج خارج فلك المشتري ومذنب هالي بعد عن الشمس مضاعف بعد اورانوس أو ٣٦٠٠٠٠٠٠ ميل تقريباً والبعض يتبعد أكثر من ذلك على ما يزعم والبعض تحرك في أفلاك شجية أو هذلولية فلا تعود أصلاً . ومنها ما يتقدم نحو الشمس على منحنى يختلف قليلاً عن خط مستقيم وينقطع السماء بقرب الشمس حتى يختفي في نورها ثم يظهر أيضاً من الجانب الآخر وما زاد لمعاناً وطول ذنبه . ونور هذه الأجرام مستمد من الشمس وقد ظهر في بعضها رؤى كروية القمر نادرة الظهور من جراء المادة السماوية أو اللحية المحيطة بالنواة ويُعرف كون نورها مستمد من خصائص النور الذاتي والمستمد

(٢٢٧) اذئاب هذه الأجرام غالباً تطول عند اقترابها إلى الشمس وعند ابتعادها أحياناً يتلشى الذنب قبل أن تختفي النواة عن النظر وأحياناً ينقسم الذنب إلى أقسام وفي سنة ١٧٤٤ ظهر نجم له ستة اذئاب منفردة بين الذنبيين الجانبيين زاوية ٤٥° . والذنب منجبه إلى خلاف جهة الشمس عن النواة فعند التقدم نحو الشمس يكون الذنب وراء النواة وعند الذهاب عنها يسبق الذنب النواة ومحوره في الغالب منحنى تتبعه نحو جهة حركة النجم

(٢٢٨) الهول في نجوم ذوات اذئاب قليلة جداً ومادة اذئابها لطيفة جداً حتى تباين النجوم من ورائها فلا تحسب إلا بخار لطيف ينفذ فيه شعاع الشمس وكثافتها كافية لتعكس بعض هذه الشعاع وأعلى النجوم كثف كثيراً من هذه الاذئاب وقلة هول في هذه الأجرام بيان من مرورها بقرب السيارات بدون اضطراب حركتها ما يشعر به فالذي ظهر سنة ١٧٧٠ في طريقه نحو الشمس دخل بين اقمار المشتري وبقي هناك ٤ أشهر تقريباً ولم يحدث من ذلك تغيير في حركتها وهو أيضاً اقترب إلى الأرض حتى كان بينها ١٤٠٠٠٠٠ فقط فلو كان جرم مثل جرم الأرض لا اضطربت به حركات الأرض وطالت السنة ٤٧٢ سنة ولكن لم يحصل منه تأثير يشعر به ولذلك حسب لابلاس جرمه ... من جرم الأرض وإن قيل ما هو البرهان على أنها أجرام وعلى أنها ليست اندفاعات نور لنيل أنها وإن لم يحصل اضطراب في حركات السيارة من جرها ولكنها هي نفسها تضطرب كثيراً بالسيارات كما أن ابرة مغناطيسية تحرف كثيراً بقطعة حديد بدون أن تحرك القطعة أصلاً بل هذه الأجرام نفسها تتغير أفلاكها بالكلية من جراء جاذبية سيارها فالذي ظهر في سنة ١٧٧٠ كان فلكه حينئذ هليجياً بقطعة في مدة ١/٥ سنين ونجمها من عدم ظهوره قبل ذلك وظنوا أنه قد انحراف عن طريقه الأصلية مجاذبية المشتري ثم وجد بالتقري أنه دخل في فعل جاذبية المشتري في أوائل

سنة ١٧٦٧ تم بحساب مقدار تلك الجاذبية وجدوا فلكه قبل دخوله في جاذبية المشتري هليجيا
يقطعه في مدة ٥٠ سنة وبعد الاقرب بقرب المشتري عوضاً عن ان يكون بعد الأبعد هناك فعرف
سبب عدم ظهوره قبل وفي كانون الثاني ١٧٦٧ كان بقرب المشتري وكلاهما متحركان الى جهة
واحدة وإلا قليلاً في سطح واحد فبينا على ذلك مدة بعض الشهور وكان السيار بين النجم والشمس
فانحرف النجم عن فلكه حتى تغير فلكه الى ما يقطعه في $\frac{1}{5}$ سنين ثم في اقترايه الى الشمس سنة
١٧٧٩ وقع ايضاً في جاذبية المشتري وبقي على ذلك من حزيران الى تشرين الاول وفي شهر آب
كان بعد المشتري عنه $\frac{1}{41}$ بعد عن الشمس وكانت جاذبية المشتري له ٢٢٥ مرة اعظم من جاذبية
الشمس له فانحرف الى فلك جديد بعد الاقرب عن الشمس بقرب سيرس ومدته ٢٠ سنة وعلى
ذلك البعد من الشمس لا يظهر لنا وهو يبقى في فلكه هذا الى الابد اذا ما فعلت فيه علة اخرى
تحرّفه ايضاً حتى يدور في فلك اصغر من الذي يدور فيها الآن



شكل ١٢٨

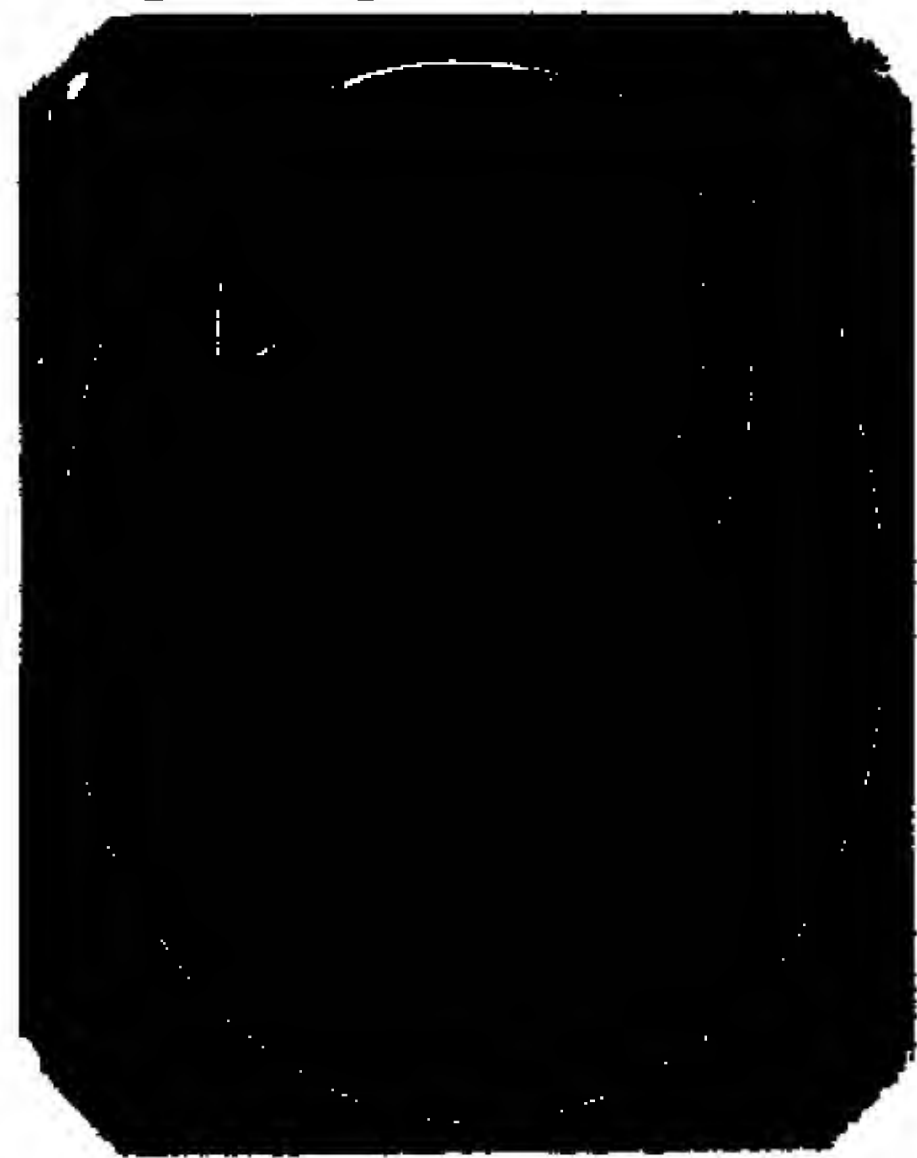
(شكل ١٢٨) اب قسم من فلك المشتري ي فلك
الارض س دك فلك المذنب قبل ١٧٧٠ فعند د تعوق من
قبل فعل المشتري فجذبته الشمس الى الفلك الصغير د ف ح
فمر به دورتين ثم عند د فعل به المشتري ايضاً واسرعه حتى
تتحرك في س د ك

افلاك النجوم المذنبية مختلفة الميل على دائرة البروج بين
١ الى ٩٠ وحركتها احياناً كثيرة مبدئية اي قد تدور حول
الشمس من الشمال الى الجنوب او من الشرق الى الغرب
(٢٢٩) اصول افلاك النجوم المذنبية هي

- (١) وقت بعدها الاقرب من الشمس = PP او π
- (٢) طول نقطة البعد الاقرب = π
- (٣) طول العقدة الصاعدة منظوراً اليها من الشمس = δ
- (٤) اقل بعده عن الشمس في امثال $\frac{1}{2}$ في الارض = q

(٥) ميل فلكه على دائرة البروج = i واستعلام هذه الاصول ساء نيتون عملية طويلة عسرة
وذلك من كون هذه الاجرام ظاهرة مدة يسيرة في جزء صغير من افلاكها ومن كون حركات بعضها
الى خلاف جهة حركة الارض او عمودية على دائرة البروج وايضاً لان منحنيات كثيرة هليجية قد
يكون بعدها الاقرب في نقطة واحدة فان انحرفت قليلاً جداً في تلك النقطة تتغير انحناء الهليجي

تماماً كما يتضح من شكل ١٢٩ فخطاه بعض الثواني في ذلك يجعل اختلاف مئات سنين في مدة الدوران وعلى ذلك حسب المعلم بسل مدة مذنب سنة ١٧٩٦ انها ٢٠٨٩ سنة وبعد حين وجد ان خطاه هـ في الرصد كان يزيد تلك المدة الى ٢٦٧٨ او ينقصها الى ١٦٥٢ سنة



(٢٢٩) للأسباب المتقدم ذكرها يفرض معلو هذا الفن لذوات الاذئاب افلاكا شلجية وبحسبون مدائنها على ذلك المفروض لكون الشلجي متوسطا بين الهليجي والمذلولي. الا في ذوات اذئاب مدائنها قصيرة مثل نجم انكي ثم يراجعون قوائم النجوم المذنبية فاذا وجدوا ما تقرب اصول فلكه الى المحسوب يحسبون فلكه على افتراضه هليجيا ويستعملون مدته حسب ذلك

شكل ١٢٩

الاصول المتقدم ذكرها ما خلا مدة

الدوران تحسب كاصول السيارات ويكفي لذلك ثلاث رصد لمعرفة صعودها المستقيم وميلها (٢٣٠) من جراء تغير رؤيته ذي ذنب لا تتحقق ذاتيته من رؤيته بل من ذاتية اصوله وعلى ذلك عرف هالي النجم المسمى باسواته هو نفس المذنب الذي ظهر قبل في سنين معلومة اي من مساواة اصوله في تلك السنين كما يتضح من هذا الجدول

وقت الظهور	ميل فلكه	طول العقدة	طول نقطة الرأس	البعد الاقرب	جهة الحركة
١٤٥٦	١٧ ٥٦	٢٠ ٤٨	٠٠ ٣١	٠ ٥٨	مدبرة
١٥٣١	١٧ ٥٦	٢٥ ٤٩	٢٩ ٢٠	٠ ٥٧	"
١٦٠٧	١٧ ٠٢	٢١ ٥٠	١٦ ٢٠	٠ ٥٨	"
١٦٨٢	١٧ ٤٣	٤٨ ٥٠	٢٦ ٢٠	٠ ٥٨	"

ولاريد ان هذه اصول جرم واحد والمئات ٨٥ او ٢٦ سنة فحسب هالي انه يعود يظهر ١٧٥٨ وبقي المعلمون في انتظاره عند ذلك الوقت ثم وجد ان طريقة يكون بقرب زحل والمشتري فيتأخر بذلك وحسب كلارود الفرنسي مدة التأخير ٦١٨ يوماً اي ١٠٠ يوم من جاذبية المشتري و٥١٨ من جاذبية زحل وعلى ذلك كان يجب ان يظهر سنة ١٧٥٩ وعين المذكور وقت وصوله الى نقطة الرأس اليوم ١٢ من نيسان وبالحقيقة وصل الى تلك النقطة في ١٢ من اذار من تلك السنة

ثم ان بوتكولانت الفرنسي حسب وقت رجوعه في تشرين الثاني سنة ١٨٢٥ ووصوله الى نقطة الراس لم يختلف الا يوماً واحداً عن الوقت المحسوب له

(٢٢١) اما نجم انكي فمن وقت حساب مدته الى الآن لم يزل يرجع في اوقاته المعينة ويؤتفكت المسئلة هل الفسحات بين السيارات خالية بالكلية او فيها مادة وقد حسبت خالية لعدم تاثير شعريه في حركات السيارات ولكن قشة او ريشة خفيفة يفعل فيها انصدام لا يفعل في كلة مدفع وقد وجد ان هذا النجم تاخر قليلاً من تصادم مادة في الفسحات بين السيارات ومن اول كشفه الى الآن تاخر بذلك يومين وفعل هذا الانصدام هو تقريب النجم اكثر واكثر الى الشمس في كل دورة الى ان يقع اليها ولا بد من ذلك بعد تنابع الادوار اذا ما وجد ما يؤول الى منعها كما راينا في اضطرابات السيارات غير ان حقيقة وجود المادة المشار اليها باقية تحت الشك اذ لم يظهر لها تاثير في رجوع النجم سنة ١٨٢٥

(٢٢٢) المذنب الذي ظهر سنة ١٦٨٠ عند نقطة الراس كان بينه وبين الشمس ١٢٠٠٠ ميل فقط وذلك $\frac{1}{177}$ من بعد الارض فحسبت حرارتها هناك ٢٨٠٠٠ مرة اكثر من التي تصيب الارض من الشمس اي ٢٠٠٠ مرة اكثر من الحد الذي لدرجة المحورة وذاك كاف لتحويل اقصى المواد الى بخار لطيف والبرد العظيم في الابعاد التي تصل اليها يضغطها الى ما كانت عليه ولا غير ان هذه الاشياء لم تنزل بين الامور المهمة او المجهولة في سنة ١٨٦١ مرت الارض بمذنب مذنوب ولم تناسر بما يشعريه



شكل ١٤٠

شكل ١٤٠ يدل على هليجية مذنب ١٨٤٩ ش الشمس ي ن فلك نبتون و ش س هليجية المذنب



شكل ١٤١

وشكل ١٤١ دال على فلك مذنب هالي ي فلك الأرض وم فلك المشتري وز فلك زحل وو فلك اورانوس ون فلك نبتون

اسماء النجوم المذنبية ذوات مذات قصيرة أفلاكها معروفة

اسم النجم	مدة سنين	بعد اقرب	بعد ابعد	ظهر
نجم أنكي	٢٢٩٦	٢٢٠٠٠٠٠	٣٨٧٠٠٠٠٠	ث ١٨٦٨
" بيالا	٦٢	٨٥٠٠٠٠٠	٥٧٠٠٠٠٠٠	ايار ١٨٧٢
" فاي	٧١	١٦١٠٠٠٠٠	٥٦٥٠٠٠٠٠٠	حزيران ١٨٧٢
" برورسن	٥١	٦٤٠٠٠٠٠	٥٣٧٠٠٠٠٠٠	ايار ١٨٦٨
" دارست	٦١	١١١٠٠٠٠٠	٥٤٦٠٠٠٠٠٠	ك ١٨٧١
" ونكي	٥١	٧٣٠٠٠٠٠	٥٢٦٠٠٠٠٠٠	حزيران ١٨٦٩ و ١٨٧٤
" دي فيكو	٥٤٦	١١٠٠٠٠٠٠	٤٧٥٠٠٠٠٠٠	شباط ١٨٧٢
" مشائين	١٣٦٦			ث ١٨٧١
" هالي	٧٦٧٨	٥٦٠٠٠٠٠	٢٢٠٠٠٠٠٠٠٠ يعود ١٩١٠ ربما	

في النيازك أو الشهب

(٢٢٢) في أكثر الليالي تشاهد ما يشبه شعلة نار مارة بسرعة في الجو وبعض الليالي تكثر جداً وتلك المناظر تسمى نجوماً ساقطة وشهباً ونيارك وتارة تكون كبيرة جداً مضبوطة تنفزع بصوت مسموع الى بعيد بعد اشتعالها وتارة تسقط الى الأرض قطع كبار منها فقد انقسمت تلك الظواهر باعتبار هذه الامور الى ثلاثة اقسام وهي

(١) حجارة جوية (٢) كرات نارية (٣) شهب. ولولا شدة نور الشمس الغالب لظهرت نهاراً كما تظهر ليلاً وقد ذكرت مشاهدة بعضها نهاراً

(١) حجارة جوية. ذكر سقوط حجارة الى الأرض في اوقات مختلفة من ٦٥٠ ق م الى الوقت الحاضر حتى بلغ عدد تلك الحجارة المعروفة ظروف سقوطها ٢٦٢. ذكر في تاريخ صيني انه في ١٤ ك سنة ٦١٦ ق م سقط حجر كسر عدة مركبات برية وقتل ١٠ رجال وفي بعض تواريخ الاعصار المتوسطة ذكر انه في سنة ٩٤٤ ب م مرت كرات نارية في الجو وحرقت عدة بيوت وفي ٢٢ اذار سنة ١٨٤٦ نحو الساعة الثالثة بعد الظهر مرت على ضيعة في مقاطعة كارون الاعلى من فرانس حزمة مشتعلة بصوت عظيم وسقطت على مخزن فخرقة واحترق ايضاً عدة مخازن بقرى بها فيها وفي صباح

٢١ آب سنة ١٨٧٢ مرت شعلة كبيرة في قسم من بلاد ايطاليا وتفرقع بقرب يوزاليا الى الشمال الشرقي من رومية

وفي ٧ ث سنة ١٤٩٢ سقط حجر وزنه ٢٦٠ ليبرا بقرب انسيم في اعلى نهر الرين بين الساعة ١ والظهر. سمع الناس مثل قصيف رعد ودوي مستطيل فرأى ولد شبيهاً سقط في حقل مزروع قمحاً فوجدوا الثقب في الارض الذي حدث من سقوطه واخرجوه ووضعوه في الكنيسة وفي هناك ٢٠٠ سنة الى ان قيل الى باريز ثم أرجع الى محله الاول

• وفي ٢٦ نيسان سنة ١٨٠٢ مرت على بلاد نورماندي شعلة نحو ساعة بعد الظهر ثم سُمع تفرقع دام صوته نحو ٦ دقائق وسقط بعد ذلك قطع حجارة كثيرة وجمع منها نحو ٢٠٠ قطعة وزن اكبرها ٨ ٢/٤ ليبرات ولا يسعنا المقام ذكر كل ما تنبئ من حوادث مثل هذه وصار معروفاً من هذه الحجارة ٤٢١ مختلفة الوزن بين بعض الاواقي الى عدة قناطير ولا شك ان الساقطة اكثر ما ذكر كثيراً لان بعضها يسقط في البحر وبعضها في المزارات المنقطعة

(٢٣٢) ولنا تاريخ ٢٠٦ من هذه الحجارة وكان ترتيبها على اشهر السنة كما يلي

$$١٧ = \begin{cases} ٢٣ & \text{نموز} \\ ١٦ & \text{آب} \\ ١٧ & \text{ابلول} \\ ١٨ & \text{ث} \\ ٢٠ & \text{ث} \\ ١٢ & \text{ك} \end{cases} \quad ٩٩ = \begin{cases} ١٤ & \text{ك} \\ ١٠ & \text{شباط} \\ ٢٢ & \text{اذار} \\ ١٥ & \text{نيسان} \\ ٢٠ & \text{ايار} \\ ١٨ & \text{حزيران} \end{cases}$$

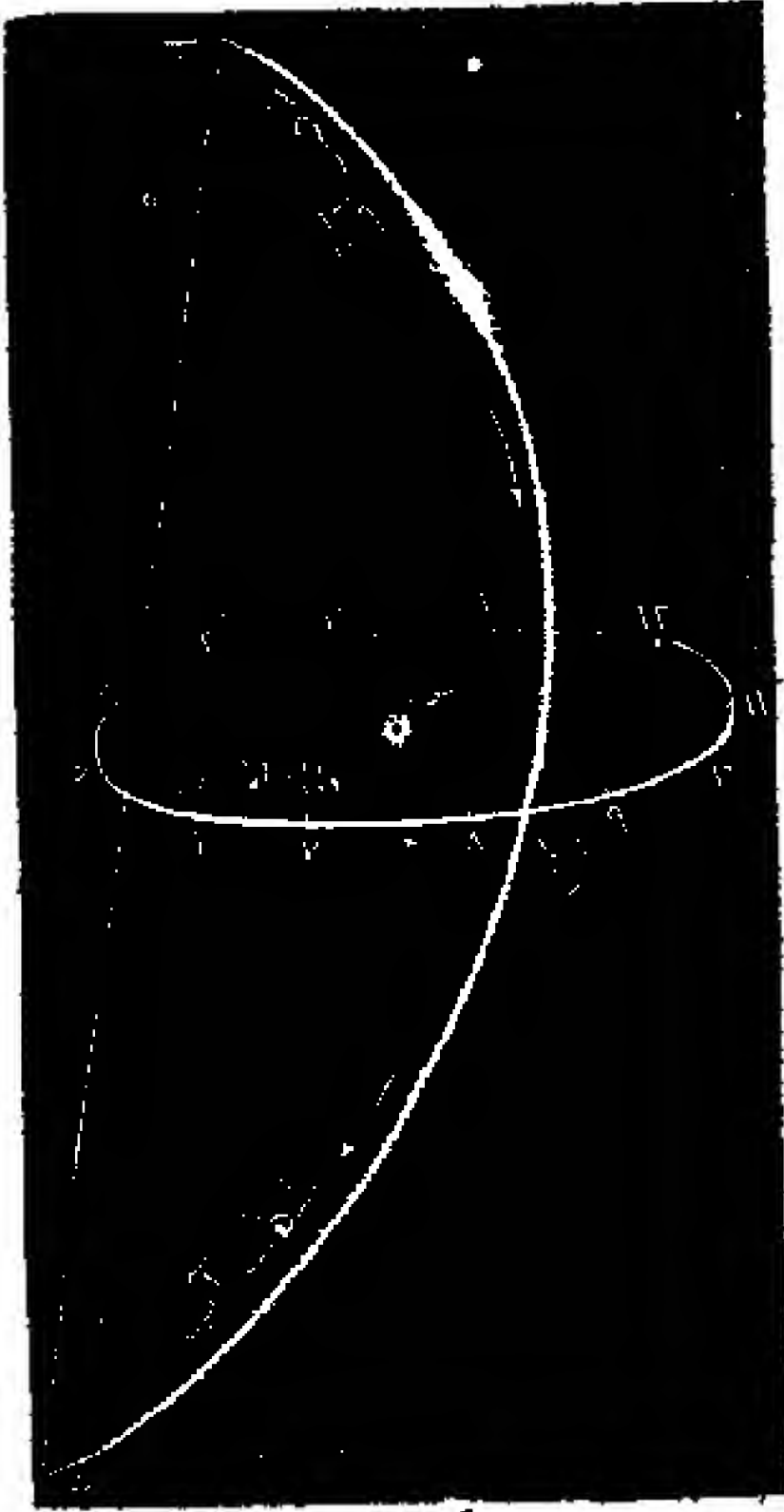
فيتضح من هذه القائمة ان المعدل الشهري بين ك الى حزيران = ١٦ وبين نموز و ث = ١٨ ومعظم سقوطها في اذار وايار ونموز و ث وانه يصيب الارض منها من مرورها بين نقطة الذنب الى نقطة الرأس اكثر ما يصيبها في مرورها من نقطة الرأس الى نقطة الذنب ومن حل هذه الحجارة ظهر ان فيها من النيازات

- | | | | |
|--------------|------------|---------------|----------------|
| (١) حديد | (٥) نحاس | (٦) مغنيسيوم | (١٢) سميونتيوم |
| (٢) الومنيوم | (٦) كوبلت | (١) نكل | (١٤) قصدير |
| (٣) كلسيوم | (٧) ليثيوم | (١١) بوتاسيوم | (١٥) تيتانيوم |
| (٤) كروميوم | (٨) مغنيس | (١٢) صوديوم | (١٦) رصاص |

ومن الشبهات بالفلزات

- | | |
|------------|--------------|
| (١) أكسجين | (٥) كبريت |
| (٢) كربون | (٦) زرنج |
| (٣) فسفور | (٧) كلور |
| (٤) سيليوم | (٨) هيدروجين |

وثقلها النوعي مختلف بين ١٧٠ و ٧٨٠ وسرعتها قد تبلغ ١٦٦ ميلاً في الدقيقة وقد بلغ سرعة بعضها ١٠٧ أميال في الثانية وارتفاعها بين ٤٠ ميلاً و ١٠٠ ميل وفيها مركب من الحديد



شكل ١٤٢

والنكل والفسفور سمي شريبتيت لم يوجد في غيرها (٢) أما الشهب فيرى منها البعض كل ليلة ولكنها تكثر في اوقات ومعظمها نحو الساعة ٦ صباحاً و١٠ مساءً والمعدل نحو نصف الليل وتكثر في بعضها التهور دون بعض وهي بين تموز وك أكثر ما هي بين ك أو تموز وفي نصف السنة الأول أكثرها في اذار ونيسان وفي النصف الثاني أكثرها في آب وت أي بين ٩ و ١١ آب وبين ١٢ و ١٤ ت وطولها يختلف بين ١٠ أميال و ٤٠ ميل ومعدل سرعتها نحو ٣٠ ميلاً كل ثانية فالحرارة المولدة من توقف شهاب سرعة ٣٠ ميلاً كل ثانية ترفع حرارته ٤٠٠٠٠٠ ف الشهب الظاهرة بين ١١ و ١٤ ت ترسم اقواس دائرية عظيمة وتنفجر بالظاهر من ٧ الاسد والظاهرة بين ٩ و ١١ آب تنفجر من B الزرافة او من

صورة فرساوس

(٢٢٥) يُعَلَّل عن هذه الظواهر بوجود حلقات من مادة عالمية قطعها صغيرة الجرم دائرة حول الشمس مختلفة الميل على دائرة البروج كما يتضح من (شكل ١٤٢)

ليكن ١ ٢ ٣ ٤ ٥ الخ فلك الارض وش الشمس وب قوس حلقة مادة عالمية دائرة حول الشمس فنحو ١ آب تقرب الارض الى تلك الحلقة فتجذب الى نفسها بعض تلك النطع

فتستط نحو الارض وتشتعل في الجو على هيئة شهب او تستط الى الارض على هيئة حجارة جوية ثم
(شكل ١٤٣)

ليكن ب د حلقة اخرى ولغرب اليها الارض بقرب ا ت فيحصل عند ذلك مطلق
الشهب المعتاد في ذلك الوقت



شكل ١٤٣

وبما ان هذه الشهب في ت تكثر كل ٢٢ سنة فذلك على ان المادة المشار اليها مدة دوراتها ٢٢
سنة وبما ان العقدة تنقل من الغرب الى الشرق كل سنة ١٠٢ فتتأخر كل سنة عن سنة قديماً . في
سنة ١٦٩٨ ظهرت في ٩ ت وفي ١٧٩٩ ظهرت ١٢ ت وفي ١٨٦٦ و ١٨٦٧ ظهرت في ١٤ ت
وتكثر سنتين متتابعتين

الرأي الأرجح الذي يُعَلَّل به عن هذه الظواهر هو رأي شيا يارلي مدير مرصد ميلان سابقاً
والآن مدير مرصد فيورنسا عوضاً عن المنوفي دوناتي الشهير وهو بالاختصار كما يأتي

ان السديم مؤلفة من مادة عالمية لم تتكاثف نحو المركز بعد حتى يتكون جرم سماوي خفي بل
جواهرها لطيفة متفرقة ويُرَهِم ان تلك السديم حركة في الكون كما لشمسنا فقد يتفق ان بعضها تقع
داخل حدود جاذبية شمسنا وهي تفعل في القسم المقدم من السديم أكثر مما تفعل في المؤخر فإدام
السديم على بعد شاسع يتدنى بخدر هيئة الكروية فينتاول الى ان يصير اصطوانة طويلة مقدماها
اي الاقرب منها الى الشمس أكثر ما ورائه فيترأس المقدم وينفي المؤخر منفراً وكل ما قرب الى
الشمس يتم هذا التحويل أكثر حتى يتوزع الجزء المقدم الأكثر بنور الشمس فيصير نواة والقسم التابع

من الجهة المتقابلة جهة الشمس هو الذنب ويبقى منحنيًا بسبب حركة السديم كله فيكون من السديم الكروبي نجم مذنب يبقى داخل حدود النظام الشمسي أو يتو في فمحة الكون الى حيث لا يدري وفلكه يتوقف على سرعة حركته الاولى وبعد عن الشمس وجهة حركته فقد يكون شليجيا او هليجيا او مذلوليا فان كان هليجيا يبقى في النظام الشمسي ويدور حول الشمس في اوقات معينة وان كان شليجيا او مذلوليا فيظهر داخل حدود النظام الشمسي مرة ثم يذهب ولا يعود وبناء على ما تقدم يظهر ان افلاك النجوم المذنبية ممكن ان تميل على دائرة البروج اي ميل كان بين صفرو ٩ وان تكون حركاتها مستقيمة او مدبرة

وقد اوضح شيابارلي ايضا ان هذا الخبر في السديم لا ينهي بقويته الى نجم مذنب بل كل جوهرة منه له حركة مستقلة فلا بد ان الراس او النواة اي الاقرب منه الى الشمس يكمل دورانه حولها قبل جواهر الذنب البعيدة فيتطاول اكثر فاكثرا الى ان يصير حلقة تامة وعند ذلك تدور حول الشمس تلك الحلقة العريضة المؤلفة من مادة عالمية وعند اقتراب الارض اليها تجذب من تلك المادة اليها فيحصل مظل نيازك او شهب فان كان فلك النجم هليجيا تكون حلقة هليجية على قدر الفلك الاصلي وقد اوضح شيابارلي موافقة تامة بين نيازك آب وفلك المذنب الثالث لسنة ١٨٦٢ وموافقة نيازك ت^١ بالمذنب الذي ظهر سنة ١٨٦٦ اي هذان المذنبان هما بقايا الحلقة النيزكية التي منها الشهب في الشهرين المذكورين

مدّة	نيازك ت ^١	مذنب ١٨٦٦
٢٥ ٢٢ سنة	١٨ ٢٢ سنة	
نصف القطر الاعظم	١٠ ٢٤ ٠٢	١٠ ٢٢ ٤٨
مباينة	٠ ٩ ٠٤٧	٠ ٩ ٠٥٤
بعد نقطة الراس	٠ ٩ ٨٥٥	٠ ٩ ٧٦٥
ميل	٠ ١٦ ٤٦	٠ ١٧ ١٨
طول العقدة	٠ ٥١ ٢٨	٠ ٥١ ٢٦
طول نقطة الراس	٠ ٥٨ ١٩	٠ ٦٠ ٢٨
جهة الحركة	مدبرة	مدبرة

فتستخرج ان مذنب ١٨٦٦ هو واحد من نيازك ت^١ وهكذا يوضح ان المذنب الثالث لسنة ١٨٦٢

انما هو واحد من نيازك اب

قطعة من حلقة مذنب ١٨٦٢ تمر بها الأرض بقرب ١٠ آب فهلجية آب نقطة الذنب منها هي خارج فلك اورانوس

(٢٢٦) لما عاد مذنب بيالا سنة ١٨٤٥ ظهر أولاً في ٢٨ من ت^٢ على هيئة صحاية مستديرة متكاثرة قليلاً نحو مركزها وفي ١٩ ك^١ كانت قد تطاولت وفي آخر الشهر انفصلت وصارت قطعتين مشيتا معاً مدة ٢ اشهر وفي ٢ اذار سنة ١٨٤٦ كان بينا ١٥٧٢٤٠ ميلاً ثم اختلف عن النظر ولما رجع سنة ١٨٥٢ كان بين القطعتين ١٢٥٠٠٠ ميل وفي ميعاده سنة ١٨٥٩ لم يَرُ ولا في ١٨٦٦ وفي ١٨٧٢ ازم يوهسن من مدراس انه رآه والامر تحت الشك هل ما رآه مذنب بيالا او مذنب آخر على راي لا فريد دخل سديم الى حدود النظام الشمسي في ك^١ سنة ١٢٦ ب م ومن قري الى اورانوس تحول فلكه الى فلك هليجي حول الشمس ومنه المذنب الذي كشفته تمل والذي منه نيازك ت^٢ ومنذ ١٢١ سنة قد دار هذا السديم ٥٢ مرة بدون ان يشعر بوجوده الا من قيل النيازك الكثيرة الهاطلة كل ٢٣ سنة في ت^٢ ولم يَرُ على هيئة مذنب حتى سنة ١٨٦٦ . يدور في نحو ٢٢ سنة و ٢ اشهر ويقطع فلك الأرض عند اقترابه الى الشمس في او اواخر ايلول ويتبعه كثير من الاجسام الصغار النيزكية على هيئة ذنب طويل تمر به الأرض نحو ١٢ او ١٤ ت^٢

فضلاً عن نيازك آب وت^٢ نشاهد بكثرة في اوقات آخرتها

ك ^٢	ص م ٢٢٤	ميل ٥١	ش مركزها بقرب ٤	الأكيل الثاني
نيسان ٢٠	" ٢٧٧	" ٢٥	" " "	النسر الواقع
تموز ٢٨ و ٢٩	" ٢٠٤	" ٤٠	" " "	الدجاجة
ت ^٢ ٢٤	" ٨٣	" ١٢	" " "	الجبار
ك ^١ بين ٨ و ١٣	" ١٠٥	" ٢٠	" " "	الجوزاء

من رصد النيازك من طرفي قاعدة طولها ٥٠٠٠٠ قدم قد حسب ارتفاع كثير منها لمختلف بين ١٦ ميلاً و ١٤٠ ميلاً

زعم البعض ان واحداً من هذه الاجرام قد صار تابعاً للأرض اي فترالة بدور حولها في ٢٠٢^٢ على بعد معدة ٥٠٠٠ ميل

الجزء الثالث

في النجوم الثوابت والعناقيد والسدام

الفصل الاول

في النجوم الثوابت

(٢٢٧) ان الاجرام المتقدم ذكرها في مختصة بالنظام الشمسي وبعد جواز ابعاد السيارات تبقى مسافة لا تُدرك قبل الوصول الى اقرب النجوم وكل نجم راء في قبة السماء في ليل صافية هو شمس نورها ذاتي يضيء على عوالم ونظامات كما تضيء شمسا على العوالم في نظامها وتلك الدراري تتناثر بالنظر المجرد عن السيارات بشكل نورها لان نور السيارات ثابت اما الدراري قد مرهة كما بها تندح شرارات وتلك النجوم لها حركات في ساحة الكون غير انه على بعدها الشاسع لا تظهر الا على مضي قرون فتبقى على نسبة بعضها الى بعضها وضعا ولذلك سميت ثوابت تميزا بينها وبين السيارات

وتلك النجوم وان لم تكن لها حركة ذاتية تظهر بمحركة قليلا بسبب مهادرة الاعتدالين كما تقدم ذكره (ع ١٨٢) بها يدور قطب خط الاستواء حول قطب دائرة البروج ونجم القطب الذي هو عين القطب الآن نحو 1° يهرب اليه اكثر حتى يصير بينها 1° ثم يبعد عنه ومنذ ٤٠٠٠ سنة كان النير الثاني من صورة الثنين نجم القطب وبعد ١٢٠٠٠ سنة يكون السر الواقع نجم القطب اي يكون بينة وبين القطب 5° فقط وبينها الآن $51^{\circ} 20'$ والظاهر ان اهرام الجيزة بنيت لما كان γ الثنين نجم القطب لان الدهليز عند المدخل يحد على زاوية بين 26° و 27° وبوازي الهاجرة فلو وقف ناظر في اسفل الدهليز ونظر الى السماء لوقع بصره 27° او 26° فوق الافق وذلك بوافق ارتفاع γ الثنين عند تكبد الاسفل في ذلك الوقت اي ٢١٢٢ ق م

(٢٢٨) بعض النجوم انور من البعض وقد اتسمت باعتبار نورها الى اقدار فانورها في القدر الاول وما دونها قليلا فمن القدر الثاني وما دون ذلك فمن القدر الثالث وهم جرا الى ان ثلاثي

من ضعف نورها ولا يرى بالنظر المجرد ما دون القدر السادس وبواسطة النظارات القوة يرى ما على القدر العشرين ولو تقوت الآلات لمعونة البصر لطهر ما دون ذلك. أما النجوم الظاهرة للنظر المجرد فنحو ٦٠٠٠ أي



شكل ١٤٥ الدور النسبي لأقدار النجوم الستة الأولى

من القدر الأول ٢٠	من القدر الرابع ٢٠٠
" الثاني ٤٠	" الخامس ٦٥٠
" الثالث ١٤٠	" السادس ٤٤٥٠

أسماء النجوم من القدر الأول

(١) الشعرى البانية	(١١) العظيم أو آخر النهر
(٢) " السفينة	(١٢) الدبران
(٣) سهيل	(١٣) قطوروس
(٤) α قطوروس	(١٤) α الصليب
(٥) السماك الراجح	(١٥) قلب العنكب
(٦) رجل الجبار	(١٦) النسر الطائر
(٧) العميق	(١٧) السماك الأعزل
(٨) النسر الواقع	(١٨) فم الحوت
(٩) الشعرى الشامية	(١٩) β الصليب
(١٠) إبط الجوزاء	(٢٠) β الثوأمين أي بلوكس

أما الظاهر للنظر المستعين بآلات البصر فلا تعد ولا تحصى وفي بعض أقسام المجري يرى بواسطة نظارة متوسطة القوة ربوات من النجوم في بقعة على قدر البدر. على قول أركلايدر مدبر مرصد بون يرى من القدر السابع نحو ١٢٠٠٠ ومن القدر الثامن ٤٠٠٠٠ ومن القدر التاسع ١٤٢٠٠٠ والتي ترى بواسطة نظارة هرشل الكبيرة ٢٠٠٠٠٠٠

أما نور النجوم النسبي فعلى قياس سربوحنا هرشل إذا حسب نور نجم من القدر السادس واحدا فنور بقية الأقدار على ما يأتي

(٢٤١) ان الاختلاف بين النجوم نوراً ناتج اما عن اختلافها بعداً اذا كانت على قدر واحد واما من العتدين معاً . اذا فرضنا المفروض الثاني وان نور نجم على قدر مفروض هو نصف نور نجم من القدر الأكبر الذي يليه يكون نجم من القدر السادس عشر على ٢٦٢ مثل بعد نجم من القدر الأول واذا قد ظهر ان نجماً من القدر الأول بعداً يعدل ١٨٦٠٠٠ مثل نصف قطر فلك الارض السنوي يكون بعد نجم من القدر السادس عشر ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٢٩٢ ٦٣٤ ٢٢ ميل اي النور على سرعة ١٨٤٠٠٠ ميل كل ثانية يقتضي له ٥٦٣٠ سنة لكي ينتهي اليها من نجم على القدر السادس عشر (٢٤٢) اختلاف نجم السنوي هو الزاوية عند النجم التي يقابلها قطر فلك الارض وهي اصغر من ان تقاس اي كل فلك الارض عند اقرب الثوابت نقطة فقط . واذا كان لنجم اختلاف سنوي يُشعر به فحركة النجم بسبب ذلك الاختلاف تتوقف على موقعه فان كان موقعه في سطح دائرة البروج يتحرك على خط مستقيم متقدماً ومدبراً مرة كل سنة ويظهر ثابتاً في فصلين متقابلين من السنة اية عند ما يتوجه الارض اليه وعند ذهابها عنه واذا رسم فلك الارض قطرياً بين النقطتين المشار اليهما اي نقطتي وقوف النجم برسم النجم خطاً يوازيه وحركته عكس حركة الارض وان كان موقع النجم قطب دائرة البروج وظهرياً لاختلاف سنوي يُشعر به كانت حركته في فلك يوازي فلك الارض ويشبهه اي يسوغ ان يحسب دائرة مركزها موقع النجم منظوراً اليه من الشمس ويكون موقع النجم الظاهر وموقع الارض الحقيقي متقابلين واذا كان موقعه بين سطح دائرة البروج وقطبها يتحرك في هليجي نسبة قطرها الى منصفه متوقفة على عرض النجم



شكل ١٤٢

(٢٤٣) لنفرض Y (شكل ١٤٢) قطر فلك الارض ون نجماً فالزاوية Y هي مضاعف الاختلاف السنوي Y ن ش و $٢٦٠ = ١٢٩٦٠٠٠$ ونسبة $١٤١٦ : ٢٠٦٣٦٥ :: ١ : ٢٠٦٣٦٥$ في ثواني وان فرضنا $R = \frac{1}{2}$ قطر فلك الارض ود بعد النجم و X الاختلاف فلنا

$$D = R \times \frac{٢٠٦٣٦٥}{X} \quad (٥٩)$$

فان كان X " يكون بعد النجم ٢٠٦٣٦٥ مرة بعد الشمس عن الارض ولم يتحقق لنجم اختلاف " فلا يمكن ان يكون بين الارض واقرّب الثوابت اقل من ٢٠٦٣٦٥ مرة بعد الشمس اي

$$د = ٢٠٦٢٦٥ \times ٩/٤٢٠٠٠٠ = ١٨٨٥٨٠٠٠ \text{ ميل}$$

اقسم على ١٨٤٠٠٠ اي سرعة النور كل ثانية يخرج في ثواني مدة مرور النور الى الارض من نجم الاختلاف "ا" اي ٢١١٢ سنين او ٢ سنين و ٤٠ يوماً

واذا فرضنا المسافة التي يقطعها النور في سنة واحداً اي = د لنا

$$د = \frac{٢١١٢}{٢} \quad (٦٠)$$

وعلى افتراض الاختلاف "ا" يقتضي للنور ٢١١٢ سنة لكي يصل من النجم الى الارض

(٢٤٤) قد اعتنى علماء الهيئة باستعلام اختلاف سنوي للثوابت كل الاعتناء وأول من

فحص في ذلك بسل من كونه سبرج ولم يكن ذلك حتى بعد التدقيق الكلي في اصطناع آلات لقياس الزوايا الصغار وقد بلغت مهارة الصناعات الى اصطناع مقاييسات نفيس جزاً صغيراً من ثانية واحدة فلو افرق نجم عن نجم بحيث يقتضي ١٠٠٠٠٠٠ سنة لكي يكمل دورة واحدة لكشفت تلك الحركة في نصف سنة

فاخترع بسل آلة سماها هيلومتر واكملها عملاً فراونهوفر من مونغ واخذ برصد نجماً مزدوجاً معروفاً تحت اسم ٦١ الدجاجة وقاس كل ليلة من وسط خط موصل بين النجمين الى نجمين صغيرين بالقرب وذلك من واسط آب سنة ١٨٢٧ الى اواخر ايلول سنة ١٨٢٨ ثم اصلى رصد السنة لكل خطأ ممكن ان يحصل فيها ووجد اختلافاً صغيراً جداً فلم يرخص ان يشهر ما كشفت بل رصد سنة اخرى فخرج الاختلاف كالاول ثم رصد سنة ثالثة وخرج كالاول فتحقق صحة العمل واعلن فيلسوف كونه سبرج للعالم انه قد اسبرغور المسافة بيننا وبين اقرب الثوابت وكان اختلاف النجم المشار اليه اي ٦١ الدجاجة ٢٤٨" بالتعويض في معادلة (٦٠) لنا

$$د = \frac{٢٤١١٢}{٠.٢٤٦} = ٩ \text{ تقريباً}$$

غير انه قد تحقق لهذا النجم اختلاف اعظم قليلاً مما وجد بسل كما ستقف عليه

(٢٤٥) قد استخدم علماء الهيئة طريقتين لاستعلام اختلاف الثوابت السنوي

(١) يقاس صعودها المستقيم وميلها بالتدقيق الكلي كل يوم وهي على الهاجرة وتصلح كل رصد للانكسار والكبو والانحراف والحركة الحقيقية وذلك على مدار سنة فيعلم معظم البعد بين مواقعها في سنة وذلك مضاعف الاختلاف السنوي

(٢) طريقة بسل المشار اليها اي بخنار نجان احدها بقرب الآخر الواحدة حركة خصوصية والآخر ليست له حركة خصوصية ويقاس البعد بينهما بالهيلومتر والمكرومتر فيوضع مواضع الخط الموصل بين مركبيها مدة السنة وبعد الاصلاح للحركة الخصوصية يرسم ما تقدم فلك

النجم السنوي فمكون القطر الاعظم مضاعف الاختلاف . وهذه الطريقة افضل من الاولى لان النجمين لقرب احدهما الى الآخر يفعل بها الكبر والانحراف والانكسار على حد سواء وتفرق فيه ان النجم الثابت ظاهراً هو ثابت حقيقة او انه ابعد من الآخر كثيراً فلا تظهر له حركة بة وعلى الطريق الاول استعلم مهندس اختلاف α قنطوروس 9112° واستعلم بسل اختلاف γ الدجاجة 248° كما تقدم

الى الآن لم يُعرف اختلاف سنوي الا لثني عشر نجماً كما في هذه القائمة غيرها مبنية على اختلاف الشمس الافقي القديم وعلى سرعة النور بموجب الحساب القديم

اسم النجم	اختلاف بعد الشمس	حركة النور السنوي = 1	الراصد
α قنطوروس	9112°	224000	مكابر
γ الدجاجة	248°	266000	أوزن
δ 21258 لاند	2709°	761000	"
ϵ 17415 اولتن	247°	835000	كبر
ζ 1830 كروميردج	226°	912000	بينس
η الشجاع	16°	1286000	كبر
θ السر الواقع	155°	1337000	ستوف الاول والثاني
الشعري البانية	150°	1375000	مدرس وبينس
ι الدب الأكبر	133°	1550000	بينس
الماك الرابع	127°	1624000	"
القطب	67°	2078000	"
المعوق	46°	4484000	"

لاجل المقابلة بين هذه الابعاد الموهلة والنظام الشمسي يُرسم فلك لنبتون نصف قطره 30 قدماً فيكون بعد α قنطوروس 40 ميلاً وبعد γ الدجاجة 110 اميال وقس على ذلك اما بقية النجوم التي لم يُعرف لها اختلاف سنوي فهي ابعد ما ذكر كثيراً

(٢٤٦) قد قابل بعضهم بين نور α قنطوروس ونور القمر وبعد المقابلة ا مرة قد حسب نور القمر اكثر من نور النجم المشار اليه على نسبة $27408 : 1$ وقد وجدوا يستون ان نور الشمس الى نور القمر $801073 : 1$ فيكون نور الشمس الى نور α قنطوروس الواصل اليها $31900000000 : 1$ والنور بالقلب كربع البعد فيكون نور النجم المشار اليه الثاني اي α قنطوروس الى نور الشمس الثاني

٢٨٥٤' ١٠٣ * ونور الشعري الجانية اربعة اضعاف نور قنطوروس واختلافها ١٥٠' . فيكون نور الشعري ١٢٧' ٧ مرة نور شمسنا + فلو بعدت الشمس الى بعد اقرب السيارات لكان قطرهما $\frac{1}{13}$ فقط ونورها $\frac{1}{138}$ من نور الشعري الآن

(٢٤٧) لاجل تسهيل تعيين مواقع النجوم قد انقسمت الى صور قصور الابراج قد مضى ذكرها (صفحة ٤) وهي

الميزان	الثور	الجوزاء او الثوامين	السرطان	الاسد	السنبلة
العنبر	الرامي	الجدي	الدو	المحوتين	
١	الدب الأكبر	١٠	ماسك الاعنة	١٨	الدجاجة
٢	الدب الأصغر	١١	الاسد الأصغر	١٩	الثعلب
٣	التنين	١٢	السلاقيان	٢٠	النسر الطائر والعقاب
٤	قيفاوس	١٣	شعر برنيشي	٢١	اتينوس
٥	ذات الكرسي	١٤	العواء	٢٢	دلفينوس
٦	الزرافة	١٥	الفكة او الأكيل الشمالي	٢٣	السم
٧	المرأة المسلسلة	١٦	الجائي	٢٤	الفرس
٨	فرساوس	١٧	الشياق	٢٥	قطعة الفرس
	المثلثان				الحواء

اما الصور الى جنوبي صور الابراج فهي

قيطوس	الدائب	الصليب	الغراب
الجبار	وحيد القرن	السفينة	النهر
الارنب	الكلب الأكبر	الخبة او الشجاع	المحوت الجنوبي
قنطوروس	الكلب الأصغر	الكاس	المجرة
			الأكيل الجنوبي

* حاشية. هو ٢٢٤٠٠٠ من بعد الشمس و (٢٤٤٠٠٠) = ١٧٦ ... ٥٠ وهذا

الكلية منسوبة على ٢١ ٩٥٥ ... ٢٢٨٥٤ =

+ ... ٢٢٩٥٥ + (٤) = ١٢٧٢١٨٧٥٠٠ وهو عنا ١٢٧٥٠٠٠ من بعد

الشمس و (١٢٧٥٠٠٠) = ١٨٩٠٦٢٥ ... ١٢٧٢١٨٧٥٠٠ + ١٢٧٧ =

(٢٤٨) نجوم صورة تتعين بالاحرف الالهية اليونانية اي الانور α وما دونه β والثالث γ ولم جراً وان لم تكف هذه الاحرف لعدد النجوم في صورة تستخدم الاحرف الرومانية وان لم تكف ايضاً فالاعداد الطبيعية وقد اصطنعت قوائم كثيرة للنجوم الثوابت بتعين بها صعودها المستقيم وميلها ومن اقدم تلك القوائم قائمة هيرخوس فيها ١٠٢٢ من انور النجوم وقائمة بطليموس وقائمة نصير الدين الطوسي سنة ٦٦٠ للهجرة توافق ١٢٦١ مسيحية في عصر الخليفة المستعصم ساء الزيج الحناني وقائمة الفيليك حفيد تيمور صنج في سمرقند سنة ٨٥٢ للهجرة توافق ١٤٤٩ مسيحية وقائمة عبد الرحمن الصوفي وفي هذه القوائم ذكر عرض النجوم وطولها اما قائمة محمد التيزيني موقت الجامع الاموي في دمشق الشام المصطنعة في ٩٤٠ للهجرة الموافق ١٥٢٣ مسيحية ففيها مطالع النجوم وميلها والمطالع محسوبة من اول الجدي ومن القوائم الحديثة المعتمد عليها قوائم كريستيج وقائمة الجمعية البريطانية وقوائم أخرى كثيرة كما سباني في محله في القسم الثاني من هذا المؤلف اي العملي ان شاء الله اما كيفية معرفة الصور ونجومها فراجع فيه كتابي في تخطيط السماء لان هذا المقام لا يسع ذكر كل ما يلزم لذلك

وعدد النجوم في الصور يختلف حسب قوة البصر والنظارة

فقد عد	بطليموس	نيغوبراهي	هتل	فلمستيد	بود
في الحمل	١٨	٢١	٢٧	٦٦	١٤٨
الدب الأكبر	٢٥	٥٦	٧٢	٨٧	٢٣٨
العواء	٢٣	٢٨	٥٢	٥٤	٢١٩
الاسد	٢٥	٤٠	٥٠	٩٥	٢٣٧
السنبلة	٢٣	٢٩	٥٠	١١٠	٤١١
الثور	٤٤	٤٢	٥١	١٤١	٢٩٤
الجبار	٢٨	٦٢	٦٢	٧٨	٢٠٤

وقد عد في معين الجبار فقط أكثر من ٢٠٠٠ نجم

ان درس الصور يستلزم وجود كرة سماوية جيدة او اطلس النجوم او مرشد برشد المبتدئ الى معرفة الصور شفاهاً ولا غنى عن ذلك لمن يرغب التقدم في هذا الفن

الفصل الثاني

في النجوم المزدوجة والمتعددة

(٢٤٩) للنظر المجرد كل النجوم مفردة وبواسطة آلات معونة البصر يرى كثيراً منها مزدوجة او متعددة ولما شرع سروليم هرشل بالتفتيش على نجوم مزدوجة بواسطة نظارته الكبيرة سنة ١٧٨٠ عرّف منها اربعة فقط ولكنه بمدة وجيزة كشف عن ٥٠٠ نجم مزدوج وقد مواقعها وبعد زمانه كشف سر يوحنا هرشل وستروث عن نجوم كثيرة من هذا النوع فبلغ عدد المعروفة منها نحو ٦٠٠٠ نجم بعضها ظاهرة للنظارات الاعيادية والبعض لا يرى مزدوجاً الا بواسطة اقوى النظارات وفي المضافات الى آخر هذا الكتاب قائمة بعض النجوم من هذا النوع

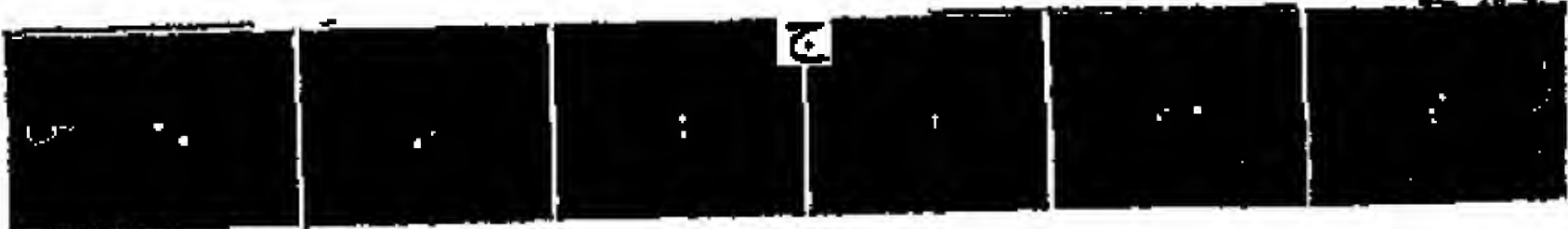
(٢٥٠) اذا وقع نجمان على استقامة واحدة اي على خط واحد تقريباً يظهران للنظر نجماً واحداً مزدوجاً مع وجود مسافة طويلة بينهما وبدون تعلق بينهما مطلقاً وذلك النجم ليس بمزدوج حقيقي بل سمي مزدوجاً بصرياً واذا كان بين النجمين تعلق بحيث يتحرك الواحد حول الآخر فهو نجم مزدوج حقيقي وقد كشف هرشل في سنة ١٨٢٥ عن ٥٠ نجماً من هذا النوع ومنذ ايام زاد عدد المعروفة منها حتى بلغ الآن الى ما ينيف على ٦٠٠ نجم مزدوج حقيقي والذي من هذا النوع سمي ثنائياً تميزاً بينه وبين المزدوج البصري



شكل ١٤٩ ٩ المجار



شكل ١٤٨ ١٠ و ١١ الشلياق والثلاثة الضعف



شكل ١٥٠ ك السرطان ١١ وحيد القرن ٨ المجار ٢٩ التين ٦ الاسد كنور

(٢٥١) من هذه النجوم الثنائية α التوأمن اي كستور و γ الاسد و β الثنين (شكل ١٥٠) و δ الحواء و برصد نجم من هذه النجوم على مدة وقياس البعد بين نجميه وزاوية الوضع بينها بتعين لها فلك كما في شكل ١٥١ ونحسب مدتها ومثال ذلك ايضاً شكل ١٥٢ اي وضع نجمي γ السنبلة من سنة ١٨٢٧ الى سنة ١٨٦٠



شكل ١٥١

مدة كستور β ٢٥٢ سنة ومدة γ الاسد ١٢٠٠ سنة ومدة γ السنبلة ١٨٢٦ سنة

انظر قائمة النجوم الثنائية في المضافات

١٨٦٠	١٨٥٠	١٨٤٠	١٨٣٠	١٨٢٠	١٨١٠	١٨٠٠
١٨٧٧	١٨٦٨	١٨٥٩	١٨٥٠	١٨٤١	١٨٣٢	١٨٢٣

شكل ١٥٢

(٢٥٢) بناء على الزاوية بين النجمين قد قسم ستروف النجوم المزدوجة والثنائية الى ثمانية رتب

١	بينهما اقل من ١	٥	بينها زاوية بين ٨ و ١٢
٢	" زاوية بين ١ و ٢	٦	" " " ١٢ و ١٦
٣	" " " ٢ و ٤	٧	" " " ١٦ و ٢٤
٤	" " " ٤ و ٨	٨	" " " ٢٤ و ٣٢

قد لا يكون فلك النجم عمودياً على خط النظر فان كان مائلاً عليه يكون ملقاه في قبة السماء هليجياً وتكون المباينة الظاهرة خلاف المباينة الحقيقية ويظهر النجم المركزي انه ليس في المحرق غير ان



شكل ١٥٣

الفلك الحقيقي يستعمل من النظري بواسطة وضع النجم المركزي فلو كان سطح فلك نجم ثنائي عمودياً على خط النظر لتحرك النجم الواحد على خط مستقيم مارة على الآخر

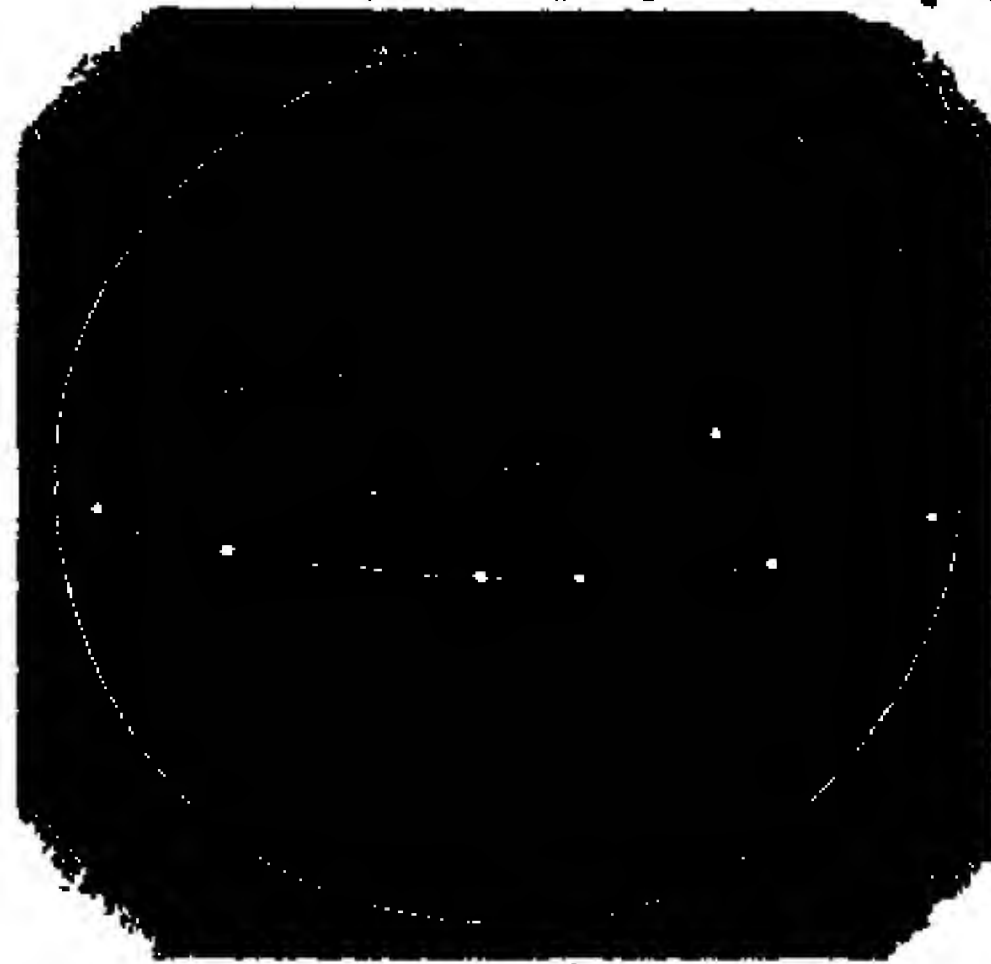
ليكن الهليجي ب س د (شكل ١٥٢) فلك α الدب الأكبر الظاهر والنجم المركزي عند ا فالفلك الحقيقي الذي ا محترقة هو ب د ف

وفلك α قنطوروس مطاول أكثر من ذلك

(شكل ١٥٤) لانه مائل أكثر على خط البصر وقد تقدمت (شكل ١٥٢) هيئة فلك γ السنبلة

وفلكة الحقيفي مطاول أكثر من ذلك

اقصر مدات النجوم الثنائية مدة ٢٦^٢ سنة ومدة α قنطوروس بحسوبة ٢٥^٢ سنة غير أنه لم يكمل دورة واحدة منذ اكتشافه



(٢٥٢) مساحة افلاك النجوم الثنائية نعرف اذا عرفت اختلافها وبعدها وقد تقدم ذلك من جهة α قنطوروس و ٦١ الدجاجة فيستعمل معادل القطر الحامل من طول قطر الهايلي الاطول وهو في α قنطوروس ٢٠ وبعث عن الارض كما تقدم

$$= 224000 \times 91420000$$

$$= 20480 \quad 220 \quad \dots \quad \dots$$

شكل ١٥٤

و ١٢ ق ١٥ :: ٢٠٤٨٠ ٢٢٠ :: ١٤٨٩٤٠٠ ميل

اي ١٧ مرة بعد الشمس عن الارض

(٢٥٤) استعمال مادة النجوم الثنائية . اذا عرفت مداها والمسافة بين نجميها تحسب مادة

النجم المركزي

$$m = \frac{r}{R} (217)$$

فلنا في α قنطوروس على افتراض بعد الشمس عن الارض واحدا ومدة الارض واحدا

$$m = \frac{r}{R} = \frac{17}{170} = 0.1$$

اي مادة نجم واحد من نجمي α قنطوروس هو نحو $\frac{1}{10}$ مادة الشمس

(٢٥٥) من النجوم المزدوجة ازدواجا بصريا

النسبة الواقعة	قدر	بينها
النسر الواقع	١١ و ١	٤٣"
الدبران	١٢ و ١	١٠٨
النسر الطائر	١٠ و ١	١٥٣
الثوأمين اي بلوكس	١٢ و ٢	٢٠٨

(٢٥٦) في كثير من النجوم الثنائية والمزدوجة يختلف لون النجم الواحد عن لون الآخر وكثيرا

ما يكون لون الواحد منها من لون الآخر فغالبا يكون اكبرها احمر او برتقالي اللون والاصفر ازرق

واخضر وبعض النجوم المفردة لونها احمر او اصفر فاتح اما نجوم مفردة على اللون الازرق او الاخضر فنادرة جداً ومنها β الميزان

وهناك قائمة بعض النجوم المزدوجة والثنائية المختلفة الالوان

اسم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	قدر	لون A	لون B
η ذات الكرسي	١٥ ٤١	$8^{\circ} 57' +$	$4 \frac{1}{2}$	اصفر	بنفجي
α المحوتين	١٨ ٥٥	$1^{\circ} 2' +$	٥ ٦	اخضر فاتح	ازرق
γ المرأة المسلسلة	٥٥ ٥٥	$41^{\circ} 42' +$	$3 \frac{1}{2}$	برطقالي	اخضر بحري
ϵ السرطان	٤٩ ٢٨	$29^{\circ} 14' +$	$5 \frac{1}{2}$	برطقالي	ازرق
ϵ العقول	١٨ ٢٩	$27^{\circ} 42' +$	٢ ٧	برطقالي باهت	اخضر بحري
ϵ الاكليل	٢٩ ٢٤	$27^{\circ} 26' +$	٥ ٦	ايض	بنفجي
α الجاني	٤٣ ٨	$14^{\circ} 22' +$	$3 \frac{1}{2}$	برطقالي	اخضر زمردني
β الدجاجة	٢٨ ٢٥	$27^{\circ} 41' +$	٣ ٧	اصفر	ازرق صفيري
ϵ ذات الكرسي	٢٦ ٥٢	$50^{\circ} 18' +$	٦ ٨	مخضر	ازرق فاتح

وقد تحقق ان الوان بعض النجوم قد تغير في مضي الادوار. حكى بطليموس وسنيكا ان الشعري البانية في عصرها كان على اللون الاحمر او بالاقل محمر قال سنيكا انها اشد حمرة من المريخ وشبهها بطليموس بقلب العقرب لونا وفي الآن شديداً البياض مع لمحات زرق وحكى ستروليم هرشل عن γ الاسد و γ دلفينوس انها على اللون الالبيض في عصر اما الآن فالنجم الاكبر من كلا الزوجين اصفر والذي كان اصفر من كلا الزوجين صار اخضر

(٢٥٧) نجوم متعددة. ان بعض النجوم المفردة للنظر المجرد والمزدوجة للنظارات الاعتيادية ترى بواسطة النظارات القوية ثلاثية ومنها رابعة ومنها سداسية ومنها سباعية فأكثر مثال الثلاثة ϵ ذات الكرسي و α الوحيد القرن و α اللينكس و ϵ السرطان ومن المسدسة ϵ الجبار (شكل ١٤٩) ومن السباعية ϵ الشلياق (شكل ١٤٨) و 4746 في ص م $15^{\circ} 5'$ وميل شمالي $8^{\circ} 25'$ مؤلف من عشرة نجوم فصاعداً من القدر الثاني عشر والثالث عشر بقرب واحد من القدر الثامن (انظر القائمة في المضافات)

الفصل الثالث

في النجوم المتغيرة والموقنة وحركة النجوم الخصوصية

(٢٥٨) ان بعض النجوم يزيد نورها تارة ويقل اخرى فسميت نجومًا متغيرة وقد انكشف عن أكثر من مئة نجم من هذا النوع ولعل عددها الحقيقي أكثر من ذلك كثيرًا

النجم المتغير الذي عرف أول الكل هو قيطوس وأقرب المجيب في ص م ١٢٠٢ وميل ٢٤٠٢ يقرب بين اشد نوره والاختفاء التام نحو ١٢ مرة في ١١ سنة أي بين القدر الثاني والاختفاء في ٢٢١ يومًا ١٦٤٨ ويبقى على اشد نوره نحو ١٤ يومًا ويتناقص مدة ٢ اشهر حتى يختفي عن النظر ويبقى غائبًا مدة ٥ اشهر ثم يعود الى ما كان عليه في نحو ٢ اشهر ومعظم نوره ليس على درجة واحدة ولا يثبت على مدة واحدة بالتام ومعدله ٢٢١ يومًا ٨ وتقدر هذه المدة وتطول بالتعاقب ٢٥ يومًا كل ٨٨ سنة . كان على معظله في ٥ ث سنة ١٨٢٩ وكان نوره حينئذ مثل نوره قيطوس او β ماسك الاعنة وحسب رصد شمدت كان على معظله ٢٥ ايار سنة ١٨٧٢

ومن النجوم المتغيرة β فرساوس أي الغول وهو في الغالب من القدر الثاني ص م ٠٣ وميل ٢٧٠٤٠ ويقل نوره حتى يصير من القدر الرابع في $\frac{٢}{٣}$ ساعات ويبقى على ذلك نحو ٢٠ ثم في $\frac{٢}{٣}$ يعود الى القدر الثاني ويبقى على ذلك ١٢٠٢ ثم يخف نوره ايضا على النسق المذكور فتكون كل مدة ٢٠٢٠٤٨٠٥٥ على ان هذه المدة تقصر زمانًا ثم تزيد ايضا

ومنها ايضا δ فيناوس وهو نجم مزدوج وربما ثنائي في ص م ٢٤٠٢٢ وميل ٢٥٠٥٧ والواحد على قدر $\frac{١}{٤}$ والآخر على قدر $\frac{١}{٢}$ وبينهما ٤١ لون الواحد اصفر ولون الآخر ازرقي ساوي يتغير الأول أي الذي على قدر $\frac{١}{٤}$ حتى يصير $\frac{١}{٢}$ في ٥ ايام ٢٠٠٨ وبين معظله ومصفه ٢ ايام ١٩ وبين مصفوه ومعظله ١٢٠٢ ويزعم شمدت بتغير عدة من نجوم فيناوس . ومنها β الشياق بقرب النسر الواقع في ص م ٤٥٠١٨ وميل ١٢٠٢٣ ومدة ١٢٠٢١٠٥٢ وعلى هذا النسق اذا كان على قدر $\frac{١}{٤}$ يصغر حتى يصير على قدر $\frac{١}{٢}$ ثم يزيد الى معظله ايضا ثم يصغر حتى يصير على قدر $\frac{١}{٤}$ وقد لاحظ شمدت عدم التركيز على ذلك تمامًا وثلاثة رفاقي على القدر $\frac{١}{٤}$ و $\frac{١}{٢}$ ومن النجوم المتغيرة R الاكليل الشمالي مدته ٢٢٣ يومًا وهو على معظله من القدر السادس و T الاكليل الشمالي كان على القدر الثاني في ١٢ ايار سنة ١٨٦٦ وفي ٢٤ منه صار على قدر $\frac{١}{٤}$ ثم على قدر $\frac{١}{٢}$

ثم زاد الى قدر ٧ ثم ٧ في ث ولا يزال يتغير موقعة على $\frac{1}{4}$ المسافة بين ه الأكليل نحو ه النجمة
ومنها ه السفينة هو غالباً بين القدر الأول والثاني وقارة يزيد نوره حتى يضاهي سهيلاً
(٢٥٩) يُعلل عن رؤى النجوم المتغيرة بانها دائرة على محورها وان جانباً منها اقل نوراً من
الجانب الآخر وايضاً بتواسط جرم مظلم بيننا وبينها وبانها تبعد وتقرّب وبان لها كرة هوائية وابخرة
تجذب بعض نورها احياناً ولاشيء من ذلك أكيد

ومن هذا النوع ايضاً نجوم وقتية تظهر مدة وجيزة ثم تزول . ذكر هيرخوس واحداً منها في
القرن الثاني ق م وعلى قول افليدس ظهور ذلك النجم حمل هيرخوس على اصطناع قائمة الثوابت
سنة ١٢٥ ق م وذكر في توارنج الصين نجم جديد في المغرب ق م ١٢٤ وقد ظهرت نجوم لامعة في
ذات الكرسي او قربها سنة ٩٤٥ و ١٢٦٤ و ١٥٧٢ وهذا الاخير رصد نيقوبراخي من ث سنة ١٥٧٢
الى اذار سنة ١٥٧٤ اي ١٧ شهراً وفاق الشعري والزهرة لمعاً وظهر في النهار وانقلب بين ابيض
واصفر واحمر ثم ابيض ايضاً ولم يتغير موقعة بين النجوم بة وقد زعم بعضهم ان الرؤى الثلاث المذكورة
هي رؤى نجم واحد ذي مدة طويلة

وفي سنة ١٦٠٤ ظهر نجم لامع مثل الزهرة في صورة الحواء مدة ١٥ شهراً ذكره كبلر وفي سنة
١٦٢٠ ظهر نجم لامع من القدر الثالث في صورة الدجاجة وفي سنتين ثم ضعف نوره ثم زاد ثم تلاشى
وفي ٢٨ نيسان سنة ١٨٤٨ رأى المعلم هيند نجماً جديداً من القدر الخامس في الحواء ثم بلغ
القدر الرابع ثم قل وهو الآن من القدر الحادي عشر والثاني عشر

وقد ذكر في القوائم السابقة نجوم لا وجود لها الآن وبالقلب ظهرت نجوم لم تذكر فقد ذهب
من الجائي ٤ ومن السرطان واحد ومن فرساوس واحد ومن الحوتين واحد ومن الشجاع واحد ومن
الجبار واحد ومن شعر برنيشي اثنان وعدة نجوم من قائمة بطلميوس لم تذكر في قائمة ألغ بيك ستة
منها بقرب الحوت الجنوبي واربعه منها من القدر الثالث ولعل كل هذه النجوم الموقنة نجوم متغيرة
مداتها طويلة او قد اخطي في رصد بعضها

(٢٦٠) قد تقدم ان النجوم الثوابت على ثمادي الادوار تغيرت مواقعها النسبية قليلاً وبعضها
تغير اكثر من بعض فقد تحرك السماك الراجح ه في ١٥٢ سنة والنجم بقرب ه العواء لم يتحرك و ه
النسراي النسرا الطائر بعد مضي ادوار يكون الى شرقي نجم بقرب الى الشرق ومن النجوم التي ظهرت
لها حركة سنوية واضحة

٨٧

٧٤

٢١٥٠ السفينة

٤ الهند

٦٩٧"

١٨٣٠ كرومبيرج

٥' ١٢"

٦١ الدجاجة

ومن رصد الدكتور هجنس بالسيكتروسكوب قد تحقق اقتراب بعض الثوابت نحو النظام الشمسي وابتعاد البعض عنه اما من حركاتها الخصوصية واما من حركة كل النظام الشمسي في الكون او من كليهما . اما النجوم المقترية البنا فهي هذه

السمك الراح	α الدجاجة	α الدب الأكبر
النسر الواقع	β الثوأمين	γ الاسد
ϵ العواء	γ النرس	
α النرس	α المرأة المسلسلة	

اما الناهية عنا فهي

الشعري الشامية	قلب الاسد	
ابط الجوزاء	β الدب الأكبر	السمك الاعزل
رجل الجوزاء	γ " "	α الاكليل الشمالي
α الثوأمين	δ " "	الشعري الشامية
	ϵ " "	العويق
β الاسد	ζ " "	الدبران
δ "	η " "	γ ذات الكرسي

فقد اتفق اشهر علماء الهيئة الآن على ان الشمس ونظامها من العوالم سائرة نحو نقطة من القبة السماوية موقعا على الخط الموصل بين π و μ الجاثي على $\frac{1}{4}$ البعد بينهما عن π اي ماس هذا الفلك العظيم ينتهي الى π الجاثي شمالا والى α النجامة جنوبا والحركة السنوية الى تلك الجهة ٦٢١' من نصف قطر فلك الارض اي ١٤٨٤٠٠٠٠٠ ميل وهي دائرة حول نقطة في التراب مركزا اي " الثور حسب رأي ميدلر وسرعة هذه الحركة فجوة اميال كل ثانية . وبما ان كثيرا من النجوم الثوابت هي على ما يعلم بعيدة عن فعل جاذبية غيرها فرما يكون كل واحد من تلك مركز نظام عوالم كما ان شمسا مركز نظام العوالم الدائرة حولها ومن تلك الشمس

النسر الواقع	العويق	السمك الراح	الشعري اليمانية
سَّهْل	مركب	γ الجبار	α قيطوس
α ذات الكرسي	الغراب	α الثوأمين اي پرويس	

أما دَرْمَرُهُ النجوم الثوابت أو تدعى منها مثل قدح شرار فمن أسباب هوائية لانه كل ما سكن الهواء قل الدَرْمَرُهُ وكذلك كلما ارتفع الناظر عن سطح الأرض قل أما النجوم الصغار الضعيفة النور فزويتها أوضح إذا كثرت الدَرْمَرُهُ

الفصل الرابع

في القنوان والسدام

(٢٦١) القنوان جمع قنوه وهو الكباة ويراد بها في اصطلاح علماء الهيئة محال من السماء نجومها محشوقة فيرى كثير منها في مساحة صغيرة والسدام جمع سدم وهو الضباب الرقيق وفي الاصطلاح نجوم صغيرة القدر جدا محشوقة حتى ترى مثل سحابة أو ضباب أو قطعة نيرة سماوية لا تحل الى نجوم مفردة بالنظارات القوية أو ما تحقق بالسبكتروسكوب انها مجتمعات غاز حار الى درجة الانارة وقد انقسمت باعتبار ما ذكر الى ثلاثة اقسام

- (١) قنوان أو عناقيد ترى بالنظر المجرد زاد وضوحها أو قل
- (٢) قنوان تحل الى نجوم مفردة بواسطة نظارة
- (٣) سدام لا تحل الى نجوم مفردة بأقوى النظارات المعروفة وهنا القسم الثالث قد انقسم الى خمسة أنواع

- (١) سدام حلزونية
- (٢) " حلزونية
- (٣) " حلزونية
- (٤) " حلزونية
- (٥) نجوم مسددة

أول من اعتنى بتقيد قوائم القنوان والسدام الفرنسي مسيهر نيرما بالاعداد الطبيعية وطبعت قائمة أولاً في المناهج السنوية الفرنسية لسنة ١٧٨٢ و ١٧٨٤ ويشار الى كونها من قائمة مسيهر بالحرف الروماني M مثالة M ١ أو M ٤ وهرشل الأول يدل عليه بالحرف H وهرشل الثاني بالحرف H فهرشل الأول قسم السدام والقنوان الى ٨ رتب هكذا (I) سدم لامع (II) سدم

ضعيف (III) سديم ضعيف جدًا (IV) سديم سياري (V) سديم كبير (VI) قنوج مشوك (VII) قنوج قليل الحشك (VIII) قنوج منتشر فلو قيل VI H ٢٣ لكان المراد السديم الثالث والثلاثين من الرتبة السادسة من رتب هرشل

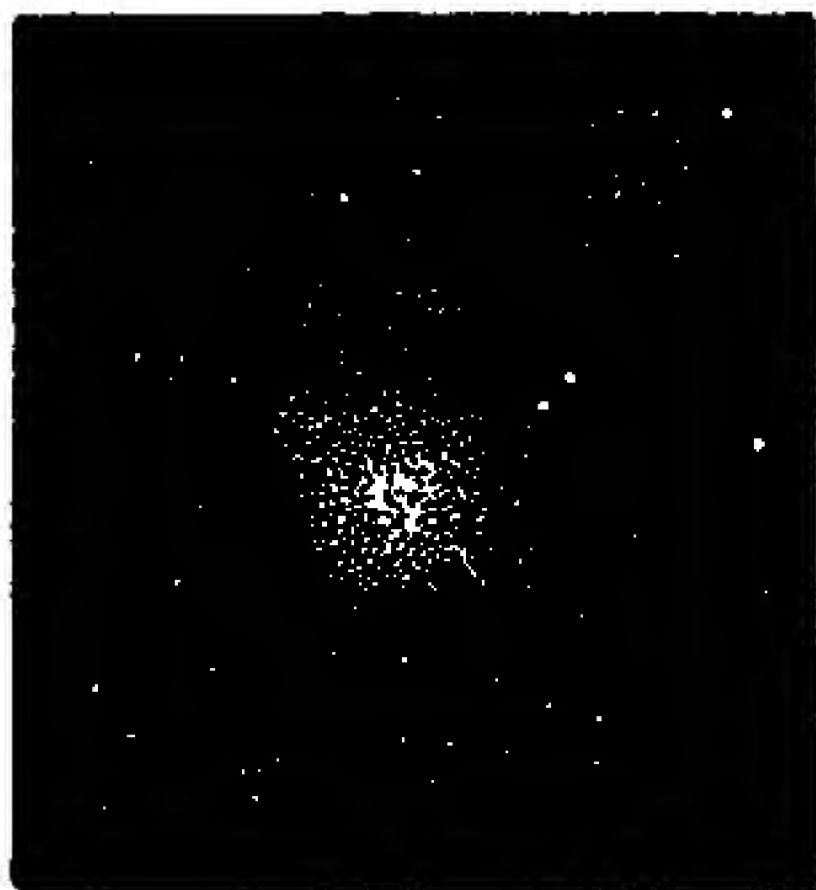
(١) من القسم الأول الثريا وعدة النجوم الظاهرة فيها متوقفة على حدة البصر فبعض العيون المجردة المجردة البصر ترى نجومًا مفردة حيث لا ترى غيرها إلا بحجة نيرة أو لا ترى شيئًا فالبعض يميز في الثريا ستة نجوم والبعض يميز ١٢ نجمًا وربما يميز أكثر من ذلك بالنظر إليها من الماق أو تعريف العين عن الاستقامة قليلًا أما بالنظارة فيرى فيه ٥٠ أو ٦٠ نجمًا أنورها ألسيوني أو « الثور من القدر الثالث يُزعم أنه مركز دوران النظام الشمسي حسبما تقدم وهو المعروف بوسط الثريا ثم أكثرها وأطلس من القدر الرابع وما با وتاجيها من القدر الخامس ويلبوني وشيلينيون القدر السادس والسابع واستروبي بين القدر السابع والثامن وكثير دون ما ذكر قدرًا وقد سُميت الثريا عند البعض الفرقة والصيصان

ومن هذا النوع أيضًا عدة نجوم أنورها الدبران ولعلها الفردود. قال الفيروز آبادي في القاموس الفردود كواكب مصطفة خلف الثريا أما الدبران أو عين الثور فمن القدر الأول ولعل سميتها من كونه مدبرًا خلف الثريا وهو المترلة الرابعة من منازل القمر ومن هذا النوع أيضًا المعلف في السرطان غير أنه لا يحل النظر المجرد نجومًا ويسمى أيضًا الثرة وهي المترلة الثامنة من منازل القمر

ومن هذا النوع أيضًا شعر برنيكي على منتصف المسافة بين « السلاقيين وذنب الأسد (٢) أما القسم الثاني أي قنوان نحل إلى نجوم مفردة بواسطة النظارة فكثيرة جدًا لا يسعنا المقام إلا لذكر بعضها فنتها

ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	
١ ٢٧ ١٠	+ ٦٠ ٢٥'	(١) VI H ٢١ ذات الكرسي
٢ ٩ ٥٧	+ ٥٦ ٢٣'	(٢) VI H ٢٣ فرساوس
٦ ٠ ٤٩	+ ٢٤ ٢٠'	(٣) M ٢٥ الجوزاء
١٣ ٢٦ ٨	+ ٢٩ ١'	(٤) M ٣ السلاقي
١٥ ١١ ٥٧	+ ٢ ٢٤'	(٥) M ٥ الميزان
١٦ ٢٧ ٣	+ ٢٦ ٤٢'	(٦) M ١٣ الجاثي
١٧ ١٤ ١٥	+ ٤٣ ١٥'	(٧) M ١٢ الجاثي

١٨٧٠ ميل	١٨٧٠ م ص		
٢٥٠ ٦ -	١ ٤٤ ١٨	انتينوس	M 11 (٨)
٢٥٢ 11 +	٢١ ٢٢ ٢١	الفرس	M 1٥ (٩)
٢٤٠ 1 -	٤٢ ٢٦ ٢١	الدلو	M ٢ (١٠)



شكل ١٥٦ في الميزان



شكل ١٥٥ بنرب ٥ قنطوروس



شكل ١٥٨ في الجدي



شكل ١٥٧ في الجاثي

(٢٦٢) اما القسم الثالث اي السدام فلا يُخل الى نجوم بواسطة اقوى النظارات
 (١) النوع الاول منها سدام حلقيه منها السديم الحلقي في صورة الشياق وهو M ٥٧ م ص م
 ١٨ ٤٨ ٢١ وميل + ٢٢ ٥١ على نصف البعد بين β و γ هو بالحنيفة هليجب
 الشكل ونسبة قطره الى منضوء ٤ : ٥ : ٤ : ٥ والفتحة الوسطى مثل كريشة مشددة على اطارة. زعم اللورد

رُصَّ ان نظارته الكبيرة ارثه فيه نجومًا صفارًا ولكن السبكندروسكوب قد اوضح كونه غازًا محيًّا الى درجة الانارة



شكل ١٦٠ في الهبة

شكل ١٥٩ في الجوزاء

ومن هذا النوع	ص م	ميل
(١) H ٤٢٩٠ العقرب	١٨٧٠	١٨٧٠
(٢) H ١١ IV العقرب	٢٦ ١٠ ١٧	٢٨٠ ٢٢٠
(٣) H ١٢ IV الدجاجة	١٠ ١١ ٢٠	١٠٠ ٢٠ +

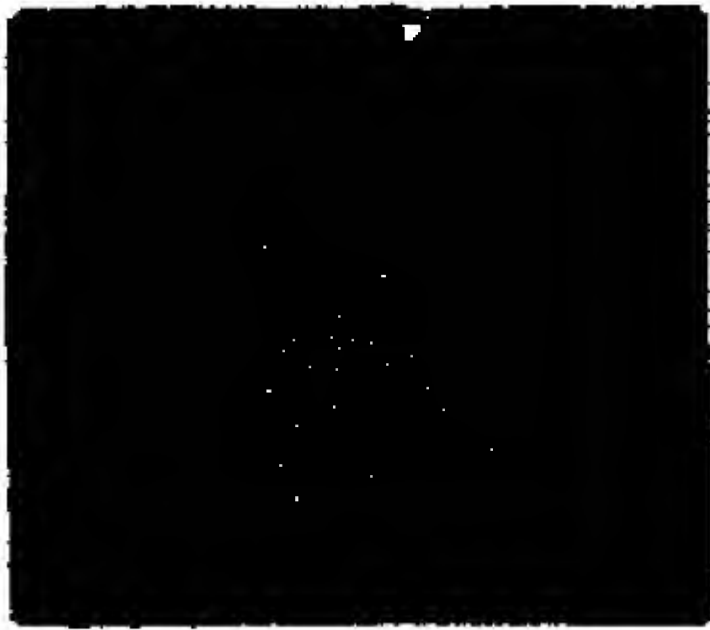
(٢) النوع الثاني سدم هليجية الشكل منها السديم في نطاق المرأة المسلسلة ٤ طولاً و ٢ عرضاً ص م ٢٥٠ ٤٢ ميل + ٤٠ ٢٢٠. السبكندروسكوب يرى له طيفاً كاملاً إلا من الطرف الاخر وذلك دليل على انه ليس غازاً ولكنه لم يحل قسم منه الى نجوم باقوى النظارات

ومن هذا النوع	ص م	ميل
(١) H ٤٢٩٥ الرامي	٢٣ ٩ ١٨	٥٥ ٢ ١٩ -
(٢) H ٢١٦٥ شعر برنيكي	٥١ ٢٥ ١٢	١٥ ٢ ٢٢ +
(٣) M ٦٥ الاسد	٨ ١٢ ١١	٤٧ ٩ ١٢ +
(٤) H ٤٠٥٨ الثنين	٥٢ ٢ ١٥	١٦ ٠ ٥٦ +
(٥) H ٤٤١٩ الثنين	٧ ٢٥ ١٨	٥٤ ٦ ٦٤ +
(٦) V ١ قيطوس	٨ ٤١ ٠	٠ ٤ ٢٦ -
(٧) H ٢٧٠٦ قنطوروس	٥٨ ٤٩ ١٢	٢٠ ٧ ٢٩ -

النوع الثالث سدم حلزونية اشهرها M ٥١ السلاقيين في ص م ٢٤ ٢٠ ٢٠ وميل ٤٧ + ٥١ ٨ ٢٠ وعلى ٢ الى الجنوب الغربي من النائد اي n في طرف ذنب الدب الاكبر. في النظارات الاعيادية يرى كروية تحيط حلقة وفي نظارة لورد رُصَّ يرى حلزون من مادة سحابة

مثل بعض الغيوم في تيار من الريح طيفة ليس بطيف غاز

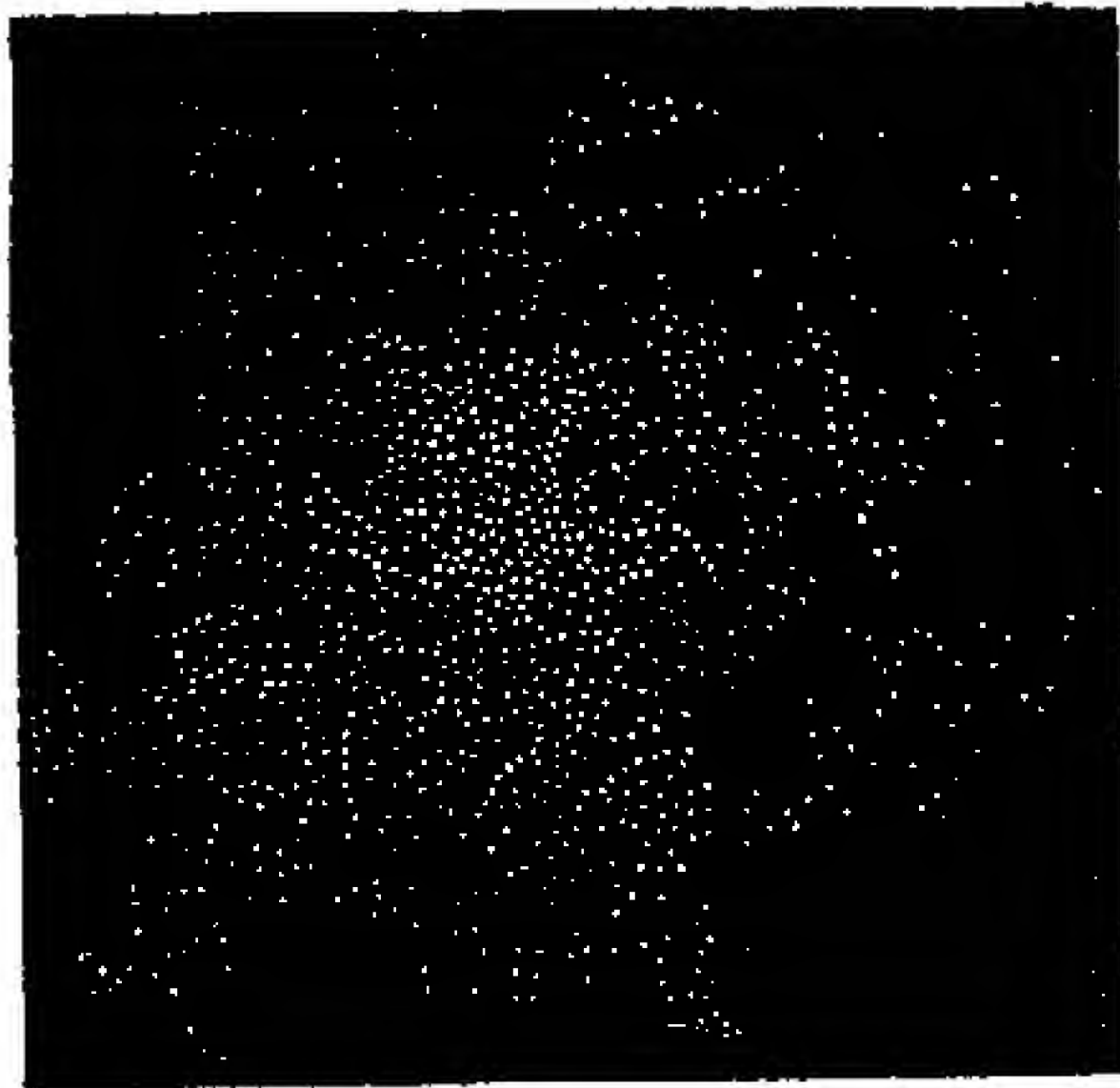
ومن هذا النوع	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠
(١) M ٢٢ المحتوين	٢٦ ٣٠	٢٩ + ٥٢
(٢) I ٥٧ الاسد	٢٤ ٤٩	٢٢ + ٤١
(٣) M ٩٩ السنبلة	١٢ ١٢ ١٢	١٥ + ٨٠
(٤) I ٥٥ القوس	٢٢ ٥٨ ٢٦	١١ + ٢٧



شكل ١٦١ في الدلو

(٤) النوع الرابع سدام سيارية . هذه التسمية من سروليم هرشل لان السديم من هذا النوع يشبه سيارة من السيارات الكبار اي له قرص مادة محمية مستدير او هليجي ظاهر الحدود تارة وحدوده غير واضحة اخرى غير انه ليس لها نواة ظاهرة ومن هذا النوع M ٩٧ الدب الأكبر ص م ١٨٧٠ ميل + ٥٥ ٢٢ ٤٢ على ٢ من β الى الجنوب الشرقي

قطر ٢.٤ " فاذا كان على بعد ٦١ الدجاجة فقط تكون مساحته سبعة امثال مساحة مالت نئون وطيفة غازي



شكل ١٦٢ في الدلو بنظارة لورد دس

وهو ^١ الى الشمال الغربي من ^٢ على طرف القرن الجنوبي ^٣ سمي السرطاني بسبب الزوائد المادية منه زعموا انها تشبه ارجل السرطان والحال ان السديم كله اشبه ببرعم الورد

(٢) السديم الكبير في نصاب سيف الجبار حول ^٤ منه ماد ^٥ على ^٦ ميل و ^٧ ص م وهو ^٨ ٤٢ الجبار ص م ^٩ ٢٨ ٥٢ ميل ^{١٠} ٢٨ ٥٠ في وسط اربعة نجوم على شكل مستطيل اقدارها ٦ و ٧ و ٨ و ٩ (انظر شكل ١٤٩) وبظارة جيئة برى نجم خامس زعموا انه على زيادة في نور و سادس اصغر منه وقد شاهد البعض فيه نجوماً أخرى من القدر ١١ و ١٠ و ١٢ وهذا السديم هيدروجين حام الى درجة الانارة

(١) ٢٠ دورادوس ص م ^٢ ٢٩ ٢٦ ميل - ^٣ ١٠ ٦٩ لا برى في عرض شمالي فوق ^٤ ٢٠

(٢) النينة ص م ^١ ٦٠ ٤٠ ميل - ^٢ ٥٨ ٥٩ لا برى في عرض شمالي فوق ^٣ ٢٠

(٣) * الصليب ص م ^١ ١٢ ٤٥ ٥٧ ميل - ^٢ ٥٩ ٢٨ ٦

(٤) قنطوروس " ^١ ١٣ ١٨ ٥٩ " - ^٢ ٤٦ ٢٨ ٠ (شكل ١٥٥)

(٥) ٤١ H ١٧ الراعي ^١ ١٧ ٥٤ ٢٨ - ^٢ ٢٣ ٢٠

(٦) ٨ M الراعي ^١ ١٨ ٥٥ ٥٤ - ^٢ ٢٤ ٢١ ٥

(٧) ١٧ M ترس سويسكي ^١ ١٨ ١٣ ٨ - ^٢ ١٦ ١٢ ٤

(٨) ٢٧ M الثعلب ^١ ١٩ ٥٣ ٥٥ + ^٢ ٢٢ ٢١ ٩

(٩) ٤٦١٨ H الدجاجة ^١ ٢٠ ٥١ ٤٤ + ^٢ ٢٩ ٢٩ ٤

اما (١٠) فعلى هيئة وز عراقي له نجم في عينه ونجمان عند متصل العنق بالجذع

اما (١١) فغريب الشكل مثل ساعة رملية في نظارة اعيادية اما في نظارة لورد رص

فعلى هيئة فأسين متصلين بقناويهما

اما (١٢) فمساحة ٢٠ او ٣٠ ميلاً و ^١ او ^٢ ص م ملائمة سدماً ونجوماً مترجة

في قائمة شريوحنا هرشل المطبوعة ١٨٦٤ مفيد من سدماً وقنوان ٥٠٧٩ اكثرها في منطقة

مساحتها اقل من ^١ مساحة القبة الزرقاء من الدب الاكبر والاسد والزرافة والتنين والعواء وشعر

برنيكي والسلاقيين الى السنبلة والى وسط قنطوروس وفي الجهة المتعابلة اي المرأة المسلسلة والنرس

والخوتين الى الجنوب وتكثر حول القطب الجنوبي دون غيره وفي ذلك القسم من السماء مساحتان

فيها ٤٠٠ سديم وقنو وقد اشهر اللورد رص في سنة ١٨٦١ قائمة ٢٨٩ سديماً رصدها بنظارته الكبيرة

(٢٦٤) سدماً متغيرة . في ١١ ث سنة ١٨٥٢ كشف المعلم هيند سديماً صغيراً قطره نحو

١ في ص م $٤٧^{\circ} ١٣'$ وميل $+ ١١^{\circ} ٢١'$ على $\frac{1}{2}$ عن θ الثور ومن ١٨٥٢ الى ١٨٥٦ كان يمس جانب الشمال الشرقي نجم من القدر العاشر وهو الآن من القدر الثاني عشر. وفي ٢٢ سنة ١٨٦١ وجد دارست من كوينكاغن ان السديم قد زال واخذ لا فريز وغيره من علماء الهيئة بنشون عليه باقوى النظارات فلم يجدوه. وفي ٢٩ ك ظهر بالظارة الكبيرة في بلكوفا وفي ٢٢ اذار سنة ١٨٦٢ كان اوضح ثم عند طلوعه في ١٢ ك سنة ١٨٦٢ لم ير.

كذلك القنوا المعروف M ٨٠ بقرب R و S من المغرب على منتصف البعد بين α و β من ٩ ايارو ١٠ حزيران سنة ١٨٦٠ تغير الى هيئة نجم من القدر السابع ثم عاد الى هيئته الاولى في ١ ايلول ١٨٥٩ كشف المعلم نيل سديما في صورة التين ص م $١٨^{\circ} ٢٣'$ ميل $+ ٧٤^{\circ} ٥٠'$ نوره واضح حتى لا يتصور كيف لم يره هرشل ان كان على ذلك القدر في ايامه وفي ١٩ ت ١٨٥٩ كشف نمل سديما في صورة الثور وفي ك ١٨٦٠ لم يرا الا بصعوبة لاسيما لتعليل عن هذه الرؤى. ربما يكون من الابتعاد والاقتراب وربما من توسط جرم مظلم بيننا وبين الاشباح المشار اليها وربما من علة اخرى مجهولة

الفصل الخامس

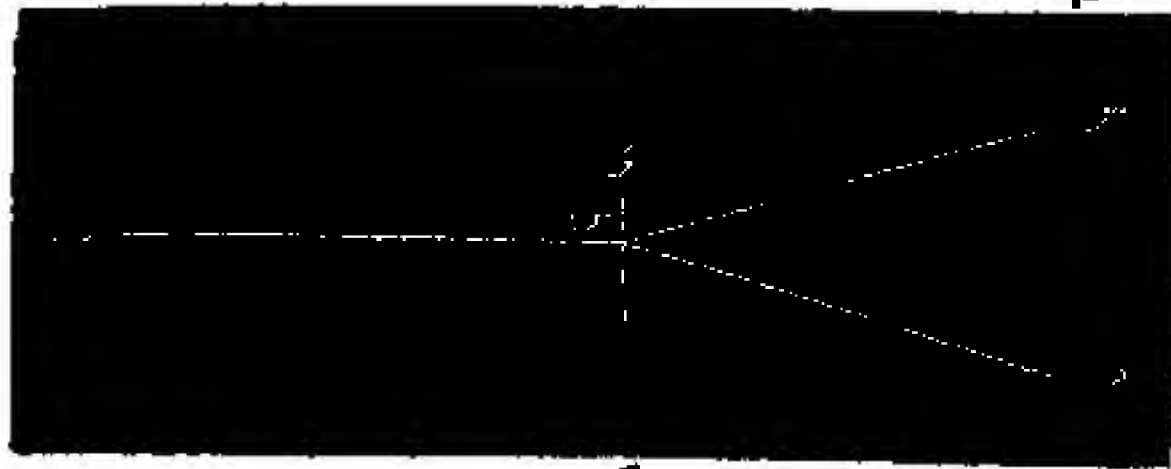
في الهجرة والرأي السدي

(٢٦٥) الهجرة سديم كبير اقنوم من القسم الثاني شمسا ونظامها منه وفيه من موقع الارض في هذا القنود ورانها على محورها تمايا الهجرة على هيئة منطقة نيرة اقسامها مختلفة الانارة من ذات الكرسي شمالا الى جنوبي قنطوروس جنوبا مائلة على خط الاستوائي نحو ٦٣° ونقطته في ص م ٤٧° و $٤٧^{\circ} ١٣'$ وقطبها الشمالي في ص م $٤٧^{\circ} ١٢'$ ميل $+ ٢٧^{\circ}$ والجنوبي في ص م ٤٧° ميل $- ٢٧^{\circ}$ فان تبعناها على طريق الصعود المستقيم مبدئنا من ذات الكرسي على نحو ٢ الى شمال θ اي في نحو $+ ٦٣^{\circ}$ ميلا فتمريين γ و θ ذات الكرسي وترسل فرعا نحو ϵ فرساوس ثم نحو θ منه ونمر على θ و ϵ من صاحب المعز المعروفة بالمجداء ونمر على ارجل الجوزاء وطرفي قرني الثور حيث تقطع دائرة البروج بقرب المنار الصفي ثم على دبوس الجبار وبين الجبار والشعري الشامية ومن ثم تزيد نورا ونمر على شرقي الشعري البانية على السفينة تحت ارجل قنطوروس الى

٢٣ - ميلاً حيث تسع عرضاً حتى يبلغ عرضها نحو ٢٠ ومن ثم توجه الى الشمال الشرقي مارة على ذنب العقرب وساق الحواء وترس سويسكي والنسر الطائر والعلب والدجاجة ورأس فيفاوس الى حيث ابتدأنا

(٢٦٦) ان العقل البشري يندمل من كثرة النجوم في المجرة ويعين على تصور ذلك بعض التصور ما افاد به سرولم هرشل قال مر على نظارتو ١١٦٠٠٠ نجم في ربع ساعة وفي ٢٢ آب ١٧٩٢ مر عليها ٢٥٨٠٠٠ في ٤١ دقيقة فحسب ان النجوم الظاهرة بواسطة نظارة مكسرة قطر ميراها ١٨ فيراً طاً بلغ ٥٢٥٠٠٠ ونيف وقد حسب ستروف انه يرى ٢٠٥٠٠٠٠٠ بواسطة نظارة هرشل الكبيرة

(٢٦٧) راي هرشل من جهة المجرة انها طويلة قليلة العمق بالنسبة الى طولها وان موقع الشمس بقرب منتصفها عند تقريبا فرعين (شكل ١٦٣) فاذا نظرنا ظر عند ش الى جهة ي او ا بقل عدد النجوم التي يراها وان نظر الى ب او س او د يكثر عددها. حسب هرشل ان عمقها نحو ٨٠ مرة بعد النجوم من القدر الاول



شكل ١٦٣

وبعض السدام البعيدة التي ترى بصعوبة بواسطة اقوى النظارات مثل M ٢٥ على ٢٠٠ مرة بعد النجوم من القدر الاول حتى يقتضي للنور ٢٠٠٠٠٠ سنة للوصول منها الى الارض وابتعد من ذلك ايضا نظامات آخر الى ما لا نهاية

في الراي السدي

(٢٦٨) ان الاجسام الآلية الارضية لا يخلطها الخالق سبحانه وتعالى تامة كاملة دفعة واحدة بل جعلها ان تنمو من مبادي صغيرة تحت قواعد وقوانين ثابتة حتى تبلغ كمالها بالمرور على درجات كثيرة كل تالية اعلى واكمل من التي سبقتها وغيرها الآلية ايضا تحت هذا القانون فالآلة التي يتفدى منها النبات لم تُخلق على ما هي بل هي من قبل تفتت الصخور ويخرجها على نمادي الادوار بالنور والحرارة والماء والكهربائية الخ ومن هذا القياس يستنتج انه سبحانه سلك هذا المسلك نفسه في خلقه العوالم

وان الشمس والسيارات واقارها بلغت خالتها المحاصرة بعد المرور على درجات كثيرة من النظام في ادوار كثيرة ومن الخفائق الظاهرة في النظام الشمسي التي بيني عليها الرأي الذي نحن في صددده (١) ان الشمس والسيارات والاقار حسبما يُعرف عنها كلها تدور على محاورها الى جهة واحدة تقريباً اي من الغرب الى الشرق وكذلك السيارات تدور حول الشمس والاقار تدور حول السيارات من الغرب الى الشرق وما يستثنى من ذلك قليل لا يعدد يا واهل عتة

(٢) الشمس المحاطة اكثر مادة النظام كوكب في حالة الحمو الزائد وداخل الارض كان في تلك الحالة نفسها ولم تنزل اقسام من داخلها على ذلك كما يتضح من البراكين على سطحها والقركان كذلك كما يتضح من كثرة كوكوس البراكين المنطقية على سطحها فالرأي السدي المبني على هذه المبادي هو ان المساحة التي يشغلها النظام الشمسي الآن كانت الى ابعد من نهبون كثيراً ملائة مادة سديمية محاطة او عالية في حالة الحمو الزائد وعلى غابة اللطافة فجعلت كل تلك المادة ان تدور على محور الى الجهة التي نسحبها الآن من الغرب الى الشرق

فبناء على قواعد المهور المعروفة كانت تحصل في مدة الادوار المتعاقبة تغيرات على النسق الآتي ذكره

بالمجاذبة نحو المركز والقوة الدافعة عن المركز تحول المادة كلها الى هيئة شبه كرة (ع ٨ و ١١) تشع الحرارة في الخلاء غير المتناهي المحيط بالمادة المشار اليها فتتقلص وبهذا التقلص يحدث الدوران على سرعة مفروضة عند المحيط دورانياً اسرع ثم اسرع تنهي الى الموازنة بين القوة الدافعة عن المركز والقوة الجاذبة نحو المركز وعند حصول هذه الموازنة تصبح الاقسام الاستوائية تدور مستقلة عن الاقسام الداخلية التي تدوم تتقلص اكثر فاكثرت حتى تنفصل عن الاقسام المشار اليها وتتركها حلقة سديمية تدور دورانياً مستقلة

ثم تنفصل الاقسام الداخلية ايضاً حتى تنفصل حلقة اخرى ثم ثالثة وهلم جرا حتى تنفصل عدة حلقات متراكمة الى ان تبقى كتلة مركزية هي شمس النظام

اما الحلقات فلا تزال تبرد وتتقلص فان كانت مادتها على التساوي تماماً في كل اقسامها تدوم على تلك الهيئة وان زادت في قسم من اقسامها فالكل يجذب نحو ذلك القسم الاقل حتى تصبح شبه كرة يدور على محورها من ويدور حول الكتلة الاصلية مرة في مدة واحدة وهكذا تكون السيارات الدائرة حول الشمس

السيارات شبه الكرة لا يزال يبرد ويتقلص فيسرع بذلك دورانه على محوره حتى تنفصل عنه حلقة كما انفصلت عن الكتلة الاصلية ولعل هذا العمل يتكرر وتلك الحلقات تجذب مادتها الى الجرم الاقل منها

فتكون أقمار. ان كانت اجزاء الحلقة على موازنة تامة تبقى حلقة عوضاً عن التجمع الى هيئة شبه كرة كما ترى في حلقات زحل

اذا انفصلت عن الكتلة الاصلية عدة حلقات دقيقة عوضاً عن حلقة واحدة غليظة تكون بذلك النجيمات

متى بردت السيارات وأقارها نصير اجساماً مظلمة وتتحول من الحالة الغازية الى السبولة ثم المجمودة وقد يكون خارجها جامداً ويبقى داخلها او بعض داخلها سيالاً كثيفاً تحت الضغط الشديد من ثقل الاجزاء السطحية عليه

كون أفلاك هذه الاجرام ليست في سطح واحد بعلم عنه باضطراب حركة حاصل من جاذبية جرم على جرم في مدة الادوار منذ انفصالها عن الكتلة الاولى

وقد يجمل ان كل نجم ثابت انما هو كتلة مركزية حاصلة من قبل الافعال السابق ذكرها والنجوم المزدوجة والمثلكة والمتعددة حاصلة من انفصال الكتلة اجزاء قبل ما بردت وتقلصت الى درجة انفصال الحلقات عنها او كانت الكتلة متطاولة بيضبة الشكل وانفصل عنها قسم كبير صار بالحال سياراً يعدل القسم المركزي تقريباً

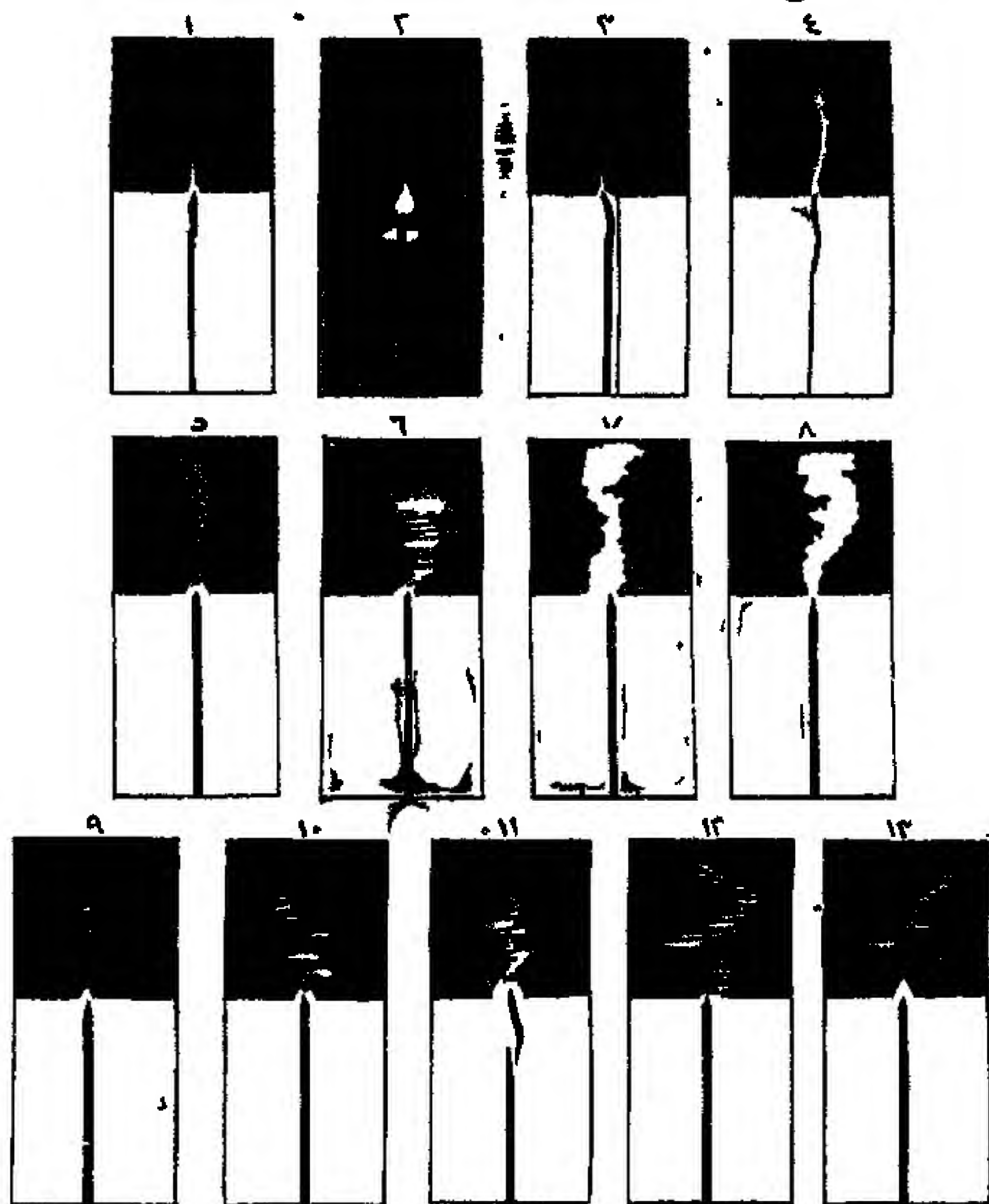
السيام المتقطعة الهيئة التي لا تنحل الى نجوم مفردة ربما تكون على الحالة التي كانت عليها كتلة النظام الشمسي قبل ما اخذت الحلقات السيارية تنفصل عنها

الفصل السادس

السيكروسكوب وعلم الهيئة

(٢٦٩) السيكروسكوب المستعمل في علم الهيئة يقتضي وصلة بالنظارة الاستوائية عوضاً عن القطعة العينية ويكون شدة في محرق عدسية الشبح تماماً وعند ذلك يستعمل لاجل معرفة المواد في الاجرام السماوية بتقابلة الخطوط الظاهرة في الطيف بالخطوط المكونة من اشتعال مواد ارضية وقد سبقت الاشارة الى ذلك (صحيفة ٨٧ و ٨٨) فلاجل رؤية التواتر المشار اليها (صحيفة ١٥٣) يقتضي فتحكم شق السيكروسكوب بحيث يركب نحو نصفة على حافة الشمس قطرياً والنصف الآخر يكون على الكروموسفيراي الكرة الملونة او الغازية (صحيفة ٨٧ و ١٥٣) فتري التواتر على هيئة خطوط مختلفة بواسطة خط من خطوط الهيدروجين اي $H\alpha$ في الاحمر الذي يوافق الخط C من خطوط

فراونهوفر (انظر شكل ٥٥) أو $H\beta$ بين الاخضر والازرق الذي يوافق الخط F وتُرى ايضاً فيها $H\gamma$ في الازرق وخط غير معروف سُمي D_2 وهو ما يلي D_2 من خطي الصوديوم في الاصفر وقد تُرى ايضاً بوضع الشق مائلاً لحافة الشمس



شكل ١٦٤ تتواتر على هيئة متعدي

(٢٧٠) اذا اشتعلت مادة تحت الضغط ولاسيما الهيدروجين ثم نُظِر الى خطوطها بالسكندروسكوب تُرى تلك الخطوط اعرض مما هي ان لم تُضغَط المادة كما في الخط $H\beta$. ومن ظهور خطوط عريضة كالمشار إليها (شكل ١٦٥) في الكُف تُتفَق هجوم الفارات وجمعها بكثرة في

أما الأماكن من كرة الشمس وكذلك في بعض التواتر فذاك دليل على عواصف وصعود غازات ومهبوطها بمرعة ويعرف أيضاً بالميكروسكوب هل في صاعدة أو نازلة فأن رصد الناظر حافة



الشمس يظهر ذلك بحركة اللهب ولكن إذا رُصد بواسطة كرمها فاللهيب إذا صعد أو هبط يبقى على استقامة واحدة نظراً إلى الراصد فلا يظهر المهبوط ولا الصعود ولكنه يُعرف بالميكروسكوب على الكيفية الآتية

(٢٧١) إذا كانت قافلة متباعدة من بعيد يُسمع صوت أجراسها يعلو نغمة كلما قربت وبالعكس إذا كانت ذاهبة عن السامع فيُعرف من تغير نغمة الصوت هل هي متباعدة أو ذاهبة وذلك لأنه إذا أقبلت تقصر أمواج الصوت فتعلو النغمة وإذا أدبرت تطول الأمواج فتُطوّل النغمة

وعلى هذا القياس نفسة تموجات المادة المحاصل منها النور فتتموجات الأحمر أطول من تموجات البنفسجي وتموجات من جسم أقرب اقصر من تموجات جسم أبعد وكلما طال التموج قرب إلى الأحمر وكلما قصر قرب إلى البنفسجي من الطيف الشمسي فهناك طول التموجات في الطيف الشمسي حسب قياس انكسار في كسر من ملليمتر

b_1	٠.٠٠٠٥١٨٣٠ ملليمتر	A	٠.٠٠٠٧٦٠٠٩ ملليمتر
b_2	٠.٠٠٠٥١٧٢٠	a	٠.٠٠٠٧١٨٥٠
b_3	٠.٠٠٠٥١٦٦٧	B	٠.٠٠٠٦٨٦٦٨
F	٠.٠٠٠٤٨٦٠٦	C	٠.٠٠٠٦٥٦١٨
G	٠.٠٠٠٤٣٠٧٠	D	٠.٠٠٠٥٨٩٥٠
h	٠.٠٠٠٤١٠١٢	D	٠.٠٠٠٥٨٨٩٠
H	٠.٠٠٠٣٩٦٨٠	E	٠.٠٠٠٥٢٦٨٩
H	٠.٠٠٠٣٩٣٢٨		

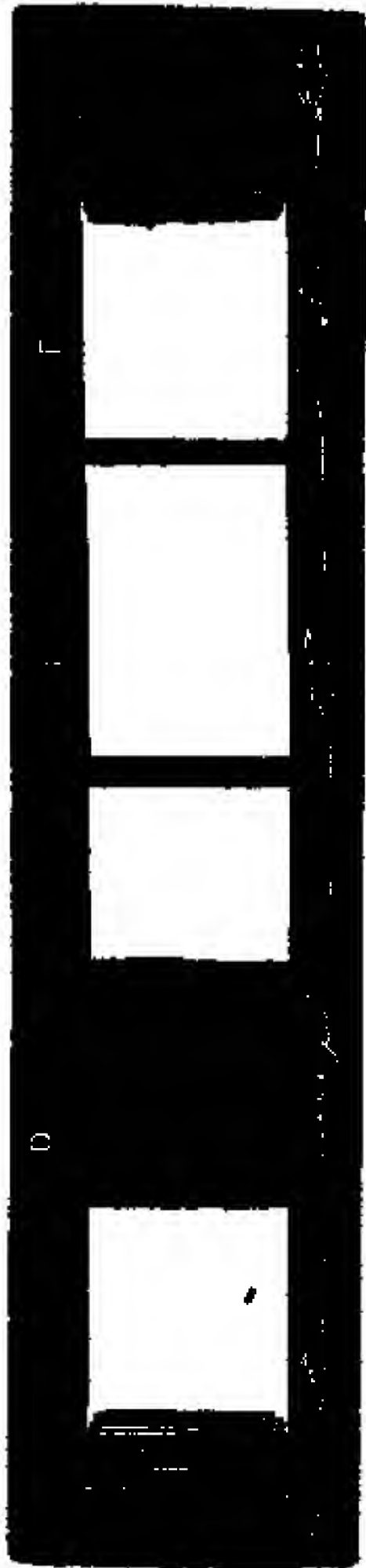
فإذا كان الجسم البعيد ذاهب عن الناظر تقل عدة الأمواج الداخلة العين في مدة مفروضة فيخرف الخط المعلوم من موضعه نحو الأحمر وبالعكس إذا كان متباعدة أي يخرف الخط نحو البنفسجي فعند النظر إلى خط من خطوط الهيدروجين في كلفة شمسية إذا انخرف نحو الأحمر يكون اللهيب هابطاً وإذا انخرف نحو البنفسجي يكون صاعداً عن سطح الشمس

عدة التموجات في النور الأحمر ٤٨٠ ألف ألف ألف في الثانية وفي البنفسجي ٨٠ ألف

الف الف في الثانية وموج الخط $H\beta$ الموافق $F 485$ الف الف الف في الثانية اسـ طول الموجة 0.0048500 من المليمتر ويقاس انحرافه وإن كان من المليمتر فقط فان كان الغاز النير ذاهباً تقل عدة التموجات في الثانية وتطول الامواج فيخرف الخط نحو الاحمر وان كان متبلاً تزيد عدة التموجات وتقصر الامواج فيخرف الخط نحو البنفسجي اذا تعرض خط من الخطوط فانحرف الى الجهتين فذلك من ضغط المادة النيرة

طيف القمر والسيارات

(٢٧٢) نور السيارات واقارها مستمد من الشمس فطيفها لا تفرق عن الطيف الشمسي



شكل ١٣١

شكل طيف اورانوس

الآباء يحدث من انعكاس النور عن سطوحها ومرور النور بكراعيها الهوائية . اما طيف القمر فلا فرق بينه وبين طيف الشمس مطلقاً إلا من جهة عدة النور ولا يرى فيه خطوط امتصاص كما يرى من مرور نور الشمس في كرة الارض الهوائية الكثيرة البخار المائي وذلك يؤيد ما قيل اننا (غ٢) من جهة خلو القمر من هواء ومن بخار الماء

اما الزهرة والمريخ والمشتري ففيها فضلاً عن خطوط فراونهوفر الظاهرة في الطيف الشمسي خطوط مبهمة خطوط ارضية لكونها حاصلة من مرور النور في كرة هوائية كثيرة البخار كما في الارض غير انه قد ذكر الدكتور هجنس في طيف المشتري خطاً في الاحمر غير موجود بين الخطوط الارضية اما طيف زحل فمثل طيف المشتري الا انه اقل وضوحاً وخطوط الامتصاص في طيف الحلقات اقل وضوحاً من تلك الخطوط في طيف السيارات ومن رصد سكي وجانسن ترجح وجود البخار المائي في المشتري وزحل كليهما

اما اورانوس فطيفه خصوصي (انظر شكل ١٦٦) فيه سيران عريضان واحد في الاخضر المزرق والآخر في الاخضر ثم يزول كل الاصفر وبعض الاحمر والالوان منطوعة من طرفي الاحمر والبنفسجي والطيف متصل من C الى G فحال مادة هذا السيار لم يزل مسألة مجهولة تحت الفحص

اما طيف نبتون فحسب سكي هو شبهه بطيف اورانوس فيه ثلاثة خطوط اصلية الاول والاضعف

بين الاخضر والاصفر على قرب المنتصف بين D و b وبين هذا والاحمر سيرا واضحا ينتهي الطيف بـ
والاحمر منقطع تماما وخط امتصاصي عند b وخط آخر في الازرق اقل وضوحا من سائرهما

طيف النجوم الثوابت

(٢٧٢) اذا توجهت النظارة والسيكتروسكوب نحو النجوم الثوابت برّس في طيفها بعض
المخطوط الموافقة خطوط فراوهموفر في الطيف الشمسي ومن رصد هجنس وميلر الدبران وابط الجوزاء
(٥ الجبار) والشعري البانية ظهرت في تلك الثوابت عدة من المواد الارضية المعروفة وخطوط كثيرة



لاتوافق خطوط

مادة ارضية

معروفة . وقد

تحقق فيها وجود

شكل ١٧٧ طيف الشعري البانية

الصوديوم والمغنسيوم وتحقق وجود الهيدروجين في الدبران وليس في ابط الجوزاء ووُجد ايضا
بزموت والظيمون وتلوريوم وزينك وكلسيوم وحديد وقد تحقق من رصد جانسن وجود كرة بخارية
في قلب المغرب ومن رصد هجنس وانحراف خطوط معروفة نحو الاحمر والبنفسجي قد ظهر ان
بعض الثوابت متبلة نحو الارض او الارض نحوها والبعض ذاهبة عن الارض او الارض ذاهبة عنها
او بالاحرى هي متبلة او مدبرة بالنسبة الى شمسنا ونظامها وما فائمة النوعين مع حركتها امبالا في الثانية

(١) نجوم مدبرة عن الشمس

اسم	خط المنايلة	حركة ظاهرة	حركة الارض	حركة عن الشمس
الشعري البانية	•	بين ٢٦ و ٢٦	١٠ الى ١٤	بين ١٨ و ٢٢
ابط الجوزاء	ص	٢٧	١٥ -	٢٢
رجل الجبار	•	٢٠	١٥ -	١٥
كستور	•	بين ٤٠ و ٤٥	١٧ -	بين ٢٢ و ٢٨
قلب الاسد	•	" ٢٠ و ٢٥	١٨ -	" ١٢ و ١٧
β الدب الأكبر	{	٢٠	بين ٩ - و ١٢	" ١٧ و ٢١
γ " "				
δ " "				
ε " "				
ζ " "				

اسم	خط المقابلة	حركة ظاهرة	حركة الارض	حركة عن الشمس
β الأسد	•			
δ الأسد	•			
η الدب الأكبر	•			
الساك الأعزل	•			
α الأكليل الشمالي	•			
الشعري الثمانية	•			
العتوق	•			
الدبران ?	مغ			
γ ذات الكرسي				

نجوم مقابلة نحو الشمس

نجم	خط المقابلة	حركة ظاهرة	حركة الارض	حركة نحو الشمس
الساك الرابع	مغ	٥٠	٥+	٥٥
النسر الواقع	•	بين ٤٠ و ٥٠	٢٩+	بين ٤٤ و ٥٤
α الدجاجة	•	٢٠	٩+	٢٩
بلوكس	مغ	٢٢	١٧+	٤٩
α الدب الأكبر	مغ	بين ٢٥ و ٤٠	١١+	بين ٤٦ و ٦٠
γ الأسد	مغ			
ϵ العواء	مغ			
γ الدجاجة	•			
α الفرس	•			
γ الفرس ?	•			
α المرأة المسلسلة	•			

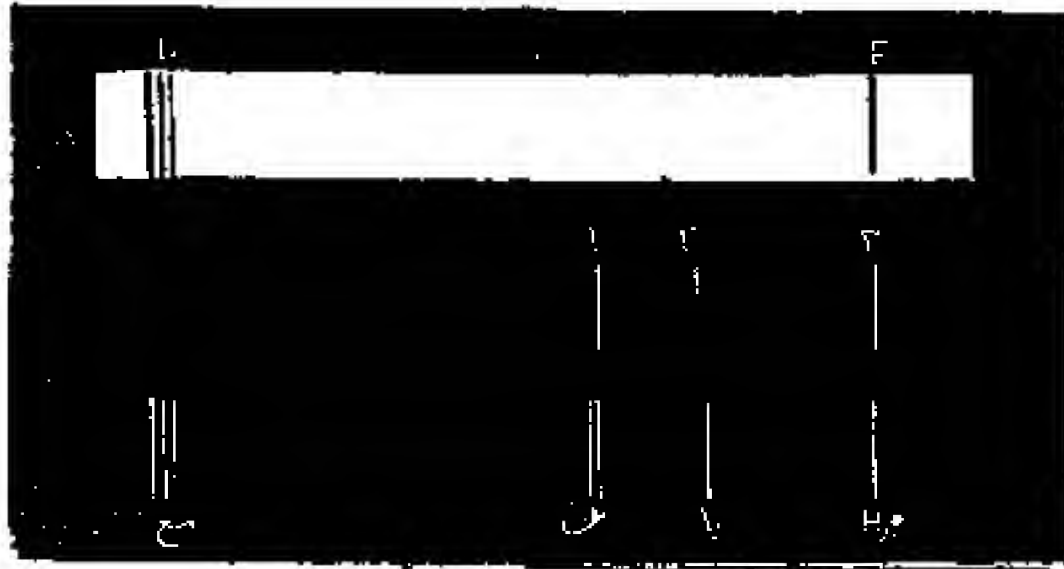
من رصد تجنس ويلر قد تحقق انحراف الخط $H\beta$ نحو الاحمر $\frac{1}{4}$ البعد بين D_1 و D_2 والفرق بين موج D_1 و D_2 هو $\frac{437}{1.00000}$ من المليمتر فانحراف الخط $H\beta$ في الشعري يوافق زيادة طول الموج = 1.0×10^{-8} او $\frac{437}{1.00000}$ من المليمتر فاذا كانت سرعة النور ١٨٥٠٠٠ ميل كل ثانية وطول الموج عند $F = \frac{41750}{1.00000}$ من المليمتر فانحراف الخط المشار اليه في الشعري =

$\frac{1800 \times 0.0109}{41750} = 4.1^{\circ}$ ميلاً كل ثانية وكانت الأرض وقت الرصد ذاهبة عن الشعري ١٢ ميلاً كل ثانية فتبقى للشعري حركة عن الأرض نحو 4.1° هذا حسب رصد واحد وحسب رصد آخر كما في القائمة المذكورة آنفاً

(٢٧٤) من رصد النجوم المزدوجة المختلفة اللون قد ظهر ان اختلاف اللون حاصل من اختلاف المواد المشتعلة فيها فاذا قابلنا بين طيف α الجاثي (شكل ١٦٨) وطيف β الدجاجة وطيف الشعري الجانية يظهر اختلاف خطوطها وبالتحديد اختلاف موادها

شكل ١٦٨ طيف α الجاثي

(٢٧٥) اما السدام فقد رُصد كثير منها بالسبكتروسكوب فتمتقن كون بعضها هيدروجيناً حامياً الى درجة الانارة وقد تأيد بذلك راي لابلاس السدي المذكور آنفاً (صحيحة ٢٤٩) فاذا كان الطيف الحاصل من الجسم النير متصلاً في كل الالوان اي شعاع على كل درجة من قابلية الانكسار تقطعها خطوط سود فالمادة النيرة جامد او سيال حام الى درجة الانارة خلاف الطيف الحاصل من غاز نير فانه مؤلف من بعض المخطوط النيرة فقط . مثالة (شكل ١٦٩)



شكل ١٦٩

المخط ١ في طيف سديم يوافق خط النيموجين من الطيف الشمسي والمخط ٢ يوافق H او F من خطوط فراونهوفر والمخط ٣ لا يوافق مادة ارضية معروفة ولكنه قريب الى خط من خطوط الباروم

اما السدام العيارية فيرى فيها بالكاد

طيف متصل وذلك دليل على كونها ذات نواة جامدة او سيالة او مؤلفة من قطع مادة صغار متتارية نحو المركز فقد قسم مجنس السدام الى نوعين

(١) سدام في طيفها خط فاكثير من المخطوط الالامعة

(٢) سدام طيفها بالظاهر متصل بدون خطوط

فن النوع الاول هك وفي منته حسب قائمة سربوينا هرشل

٢٢٤٢	٤٥٧٢	٤٩٦٤	٤٢٧٢	
	٤٤٩٩	٤٥٣٢	٤٢٢٠	
	٤٨٢٧	١١٨٩	٤٥١٤	
	٤٦٢٧	٢١٠٢	٤٥١٠	
	٢٨٥	٤٢١٤	٤٦٢٨	
	٢٨٦	٤٤٠٣	٤٤٤٧	
ومن النوع الثاني				
٤٦٢٥	٤٢٥٦	٢٨٤١	٤٦٧٨	٤٢٩٤
٤٦٠	٤٢١٥	٢٤٧٤	١٠٥	٤٢٤٤
٤٧٦٠	٤٢٥٧	٢٦٣٦	٢٠٧	١١٦
٤٨١٥	٤٤٢٧	٤٠٥٨	٥٧٥	١١٧
٤٨٢١	٤٤٤١	٤١٥٩	١٩٤٩	٤٢٨
٤٨٧٩	٤٤٧٣	٤٢٣٠	١٩٥٠	٨٢٦
٤٨٨٢	٤٨٨٥	٤٢٣٨	٢٥٧٢	٤٦٧٠
	٤٥٢٦	٤٢٢٤		

السدس ٤٩٦٤ في طيفه أربعة خطوط نيرة اثنان منها هيدروجين وواحد لنيروجين
السدس الحثي في الشياق ٤٤٤٧ في طيفه خط واحد لامع وهو لنيروجين
السدس الكبير في الجبار ١٨٦ في طيفه ثلاثة خطوط نيرة الواحد لنيروجين وآخر هيدروجين
وقد حكى بعضهم عن خط رابع هيدروجين
(٢٧٦) أما ذوات الأذنان فقلما ظهر منها ما يمكن فحصه بالسبكتروسكوب منذ اكتشاف
هذه الطريقة غير أن العلامة دوناتي في فيورنسا فحص المذنب الأول لسنة ١٨٦٤ فوجد طيفه
ثلاثة خطوط نيرة

وقد فحص سكي وهجنس مذنب تيل ١٨٦٦ كـ فكان طيفه متصلاً ضعيفاً رأى سكي فيه ثلاثة
خطوط نيرة ورأى هجنس خطاً واحداً فقط على منتصف البعد بين F و b ولم يوافق أحدها خطوط
السدس في الجبار وفي سنة ١٨٦٦ و ١٨٦٧ فحص هجنس مذنين صغيرين فكان نورهما مثل نور
مذنب تيل أي بعضه ذاتي وبعضه منعكس وقد ظهر في بعضها خطوط الكربون . حيلة ما علم بهذه
الواسطة أن نواة المذنب بعض نوره ذاتي حاصلاً من مواد صغار غير متلاصقة وبعضه منعكس

اما ذنبه وشعره فنورها منعكس وكل ما قرب الى الشمس تحول تلك الدقائق الصغار الى بخار.
اما النيازك والشهب فقد تمحق كونها مواد جامدة في حالة الاشتعال

مضافات

في الساعات والايام والاسبوع والشهور والسنة الخ

(٢٧٧) الساعات . اليوم مقسوم الى ٢٤ ساعة والساعة ٦٠ دقيقة والدقيقة ٦٠ ثانية ولا
سبيل الى معرفة اصل هذا الاقسام من تلقاء قدمو غير ان بعض الشعوب عدوا الساعات من ١
الى ٢٤ واخرون من ١ الى ١٢ مرتين اما ابتداء اليوم فعند اليهود واهل الصين والاثينوبيين القدماء
والشرقيين عموماً واهل ايطاليا فمن غيااب الشمس ولا سبيل لضبط الساعات على هذا الحساب كما
تقدم (ع ٥٧ الخ) اما اهل بابل واشور والفرس واليونان واهل الجزائر البليارية فمن الشروق
اما هيرخوس (ق م ١٥٠) فشرع بحسب اول اليوم من نصف الليل وقسمه الى قسمين كل
قسم ١٢ ساعة وهذا الحساب سلك عليه كوبرنيكوس وهو المعتمد عليه في كل اقسام العالم المتمدنة
غير انه يقتضي تعيين الساعة هل هي بين نصف الليل والظهر (ق ظ) او بين الظهر ونصف الليل
(ب ظ) والمصريون حسبوا اول يومهم عند مرور الشمس بالهاجرة وتبعهم في ذلك بطليموس وكل
علماء الهيئة في كل عصر فاليوم المدني يسبق اليوم الفلكي ١٢ ساعة كما تقدم (صحيحة ٢٧) وعلى كل
حال اليوم هو قاعدة حساب الوقت وسائر اقسام الوقت هي اما كسر يوم او عدد يوم واذا ذاك
فيقتضي ان يكون ثابتاً لا يتغير وان يتمكن من الضبط عليه

(٢٧٨) الاسبوع . لا يعرف اصل انقسام الوقت الى اسابيع من تلقاء قدمو غير انه أشير
اليه في اول سفر التكوين تذكر العمل الخالقة وهو عدد قريب للايام في سنة شمسية اي ٣٦٥ لان
 $٥٢ \times ٧ = ٣٦٤$ وهو ريع الشهر القمري

ذكر القنصل الروماني ديون كاسيوس (ب م ٢٢٦) ان المصريين القدماء اعتمدوا على
الاسبوع ومنهم من قبل الى اليونان وغيرهم وانهم سمو الايام السبعة على اسماء السيارات (١) زحل (٢) المشتري
(٣) المريخ (٤) الشمس (٥) الزهرة (٦) عطارد (٧) القمر وكل ساعة من الاربع والعشرين
لواحد من السيارات مبتدئاً بزحل فانقسم اليوم الى سباعات ولكن ٢٤ لان فيها ٧ فاذا ابتدئ

بزحل ٧ ثم المشتري ١٤ ثم المريخ ٢١ ثم الشمس ٢ من اليوم التالي ثم الزهرة ١٠ ثم عطارد ١٧ ثم القمر ٢٤ فتخص الساعة الاولى من كل يوم لكل واحد من السيارات على هذا الترتيب

(١) زحل (٢) الشمس (٣) القمر (٤) المريخ (٥) عطارد
(٦) المشتري (٧) الزهرة

وهذا الترتيب حفظه الرومانيون فسموا ايام الاسبوع

(١) يوم زحل (السبت) (٥) يوم عطارد (الاربعاء)
(٢) " الشمس (الاحد) (٦) " المشتري (الخميس)
(٣) " القمر (الاثنين) (٧) " الزهرة (الجمعة)
(٤) " المريخ (الثلاثاء)

ومن هنا التسمية تسمية ايام الاسبوع في كل اللغات الاوروبية

(٢٧٤) الشهور. عند الشعوب غير المتقدمة الاعتماد على الشهر القمري ولا يعرفون آخر وعند تقدم شعب في التمدن لابد من الاعتماد على شهر غير القمر لاجل عدم موافقة الشهر القمري السنة الشمسية والشهر القانوني اما ٢١ يوماً واما ٢٠ يوماً واما ٢٨ يوماً فشباط له ٢٨ يوماً في السنين الاعتيادية و٢٩ في السنة الكبيسة والاشهر ذات ٣٠ يوماً هي نيسان وحزيران وابلول وتشرين الثاني وسائرهما ذات ٣١ يوماً فاذا عرفت اول يوم السنة من الاسبوع يمكنك ان تحسب اي يوم من الشهر يومك بهذه القاعدة

١ ك من الاسبوع هو ا

٢ نيسان ونوز

٣ ايلول وك

٤ حزيران

٥ شباط واذار و

٦ آب

٧ ايار

اليوم الاخير من السنة الاعتيادية هو نفس اليوم الاول منها اما اليوم الاخير من السنة الكبيسة فاليوم الواقع بعد اليوم الاول منها والسنة الاعتيادية ٥٢ اسبوعاً ويوم واحد والكبيسة ٥٢ اسبوعاً ويومان

(٢٨٠) ان القدماء حسبوا السنة ٣٦٥ يوماً ولا بعد ذلك الكمية الا ٥ او ٧٣ فيقتضي ان

تقسم السنة الى ١٢ فصلاً كل قسم ٥ ايام او الى ٥ اقسام كل قسم ٧٣ يوماً وذلك لايوافق اغراض الناس كما يتضح من عدم اصطلاحهم على هذا الانقسام منذ الابتداء الى الآن فلا بد من انقسام السنة الى اقسام متساوية مع بقية تضاف في آخرها كما فعل المصريون اي ١٢ شهراً كل شهر ٣٠ يوماً وإضافة خمسة ايام في آخر السنة وانقسام السنة الى عدة اقسام غير متساوية كما فعل اليهود قسموا السنة الى اشهر بعضها ٣٠ يوماً وبعضها ٢٩ يوماً وإضافوا ٢٩ يوماً كل سنة رابعة

وبعض شعب اليونان حسبوا الاشهر ٣٠ يوماً و ٢٩ يوماً دوليك وإضافوا ٣٠ يوماً كل سنة رابعة فاشهر ٣٠ يوماً سني ملاناً وشهر ٢٩ سني اجوف

(٢٨٢) اما الرومانيون قسموا السنة ١٠ اشهر لاربعة منها ٣١ يوماً ولسنة منها ٣٠ يوماً والجملة ٣٠٤ ايام واذ وجد هذا الانقسام غير حسن اضاف الملك نوما شهرين اي ك' وشباط الاول في الآخر السنة والثاني في اول السنة ولكي تطابق السنة الشمسية اضاف نوما اليها ٥١ يوماً وذلك كثير لشهر واحد وقليل لشهرين فاستط يوماً من كل شهر ذي ٣٠ يوماً وهي سنة و $٥١ + ٦ = ٥٧$ فانقسم ٥٧ يوماً شهرين وترتبت على هذا السبق

ك'	٢٩ يوماً	تموز	٣١ يوماً
شباط	٢٨ "	آب	٢٩ "
اذار	٣١ "	ايلول	٢٩ "
نيسان	٢٩ "	ت'	٣١ "
ايار	٣١ "	ت'	٢٩ "
حزيران	٢٩ "	ك'	٢٩ "

٣٥٥

ولم تزل السنة قصيرة ١٠ ايام فاضاف شهراً ذا ٢٢ او ٢٣ يوماً كل سنة ثانية السنة الهجرية ١٢ شهراً فربما ٣٠ و ٢٩ يوماً دوليك بدون طريقة لاصلاح الخلل فهي قاصرة عن الشمسية $\frac{1}{4}$ يوماً

(٢٨٣) من اقدم الوسائط لاجل قياس مرور الوقت وانقسامه العلم القائم على سطح مستوي يوازي الافق فيدل على مرور الوقت بانتقال ظله ومن العلم تقدم الناس الى اصطناع المزاول اي يتوجه العلم نحو قطب السماء الشمالي وعلى قول المؤرخ هيرودوط اُدخلت المزاول الى بلاد اليونان من بلاد الكلدان ثم اخترع كتيبيوس من الاسكندرية ساعة تدل على مرور الوقت بمروكب من الماء في انبوبة على قطر معلوم ثم اخترعت الساعة الرملية ثم استخدم هوجنس الرقاص سنة ١٦٥٦

ومن ذلك الوقت صار عليه الاعتماد للدلالة على الوقت وإعانة للعامة بصنع المنهاج السنوي حاي وقت الشروق والغياب للشمس والقمر وأوقات أوجه القمر ومواقع السيارات وما يشبه ذلك من الأمور المنفية

المنهاج الكنائسي هو تعيين أيام الأعياد غير الفاجئة في بعض الكنائس فان بعض الأعياد مثل عيد ماري اندراوس وعيد الميلاد الخ تقع في يوم معين من الشهر كل سنة وبعض الأعياد مثل عيد الفصح يتغير موقعة من سنة الى سنة

ان عيد الفصح عند اليهود هو في الشهر الأول في ١٤ الشهر عند المساء انظر خروج ١٨: ١٢ وشهرهم قمري وقد صلب المسيح على عيد الفصح فصار ذلك العيد عند المسيحيين تقاليداً ايضاً ثم في القرن الثاني وقعت مشاجرة من جهة وقت اقامة هذا العيد فاختلفت الكنيسة الشرقية ان تقيم في اليوم الرابع عشر من الشهر الأول اليهودي والغربية اختلفت ان يتدعى العيد في الليلة قبل صباح قيامه المخلص لانه على الأول كان العيد يقع احياناً كثيرة في غير يوم الاحد من ايام الاسبوع وبني الاختلاف الى التمام الجمع النفاو بـ سنة ٢٢٥ م فحكم الجمع ان يقام العيد في يوم الاحد التابع البدر الواقع بعد ٢١ اذاراي الاعتدال الربيعي فان وقع البدر في اليوم الحادي والعشرين يكون البدر التالي بدر الفصح وان وقع ذلك البدر يوم الاحد يكون الاحد التالي احد الفصح

ولا يعتمد في هذا الحساب على الشمس الحقيقية ولا على القمر الحقيقي بل على الشمس الوهمية والقمر الوهمي المعروف بالقمر الكنائسي (صفحة ١٤٠) فقد يحدث ان وقوع العيد لا يوافق القاعة المذكورة مثالة ان حصل استقبال الشمس الحقيقية والقمر الحقيقي في ٢١ اذار ١٩٠٤ واستقبال الشمس والقمر الاوسطين بعد ذلك ٣ فباعثا الثاني بتأخر العيد ثمانية ايام ولا سبيل هنا للبحث في هذا الامر الذي في الحقيقة لا طائل تحته ولا هم الا كنائسين اورهباناً متفرغين لمنازعات

فارغة مثل هذه

جداول مبادي السيارات

طول المياري الشمسي π طول نقطة الرأس Ω - طول العقدة الصاعدة الشمسي φ - ميل فلك على دائرة البروج φ - مبادية θ - جيبها الطبيعي.

اسم	سمتة	λ	π	Ω	φ	θ	تغير قرني π	تغير قرني Ω	تغير قرني φ
عطارد	♿	١١١° ١٦' ٤١"	٧٤' ٤٢"	٨٥' ٣٨"	١١° ٤٩'	٢٠° ٤٦'	+٦٤٣' ٥٦"	-٨١' ٣٧"	+٧٨٧١' ٧١"
الزهرن	♀	١٤٦' ٤٤"	٦٤٣' ١٢٨	١٠١' ٧٤"	٣٣' ٢٥"	٦٨٨٢' ٠٠"	-٦٨٧' ٦٠"	-٠' ٧١"	-٤٥٥٣' ٤٠"
الأرض	♁	١٠٠' ٥٤"	٢٩٣' ٠٠"	٠' ٠٠"	٨٥' ٤٣'	٨١٦٨' ١٠"	+١٧٨' ٨١"	-	-
المريخ	♂	٢٣٣' ٠٠"	٢٢٣' ٣٤٠	٤٧' ٥٩"	١٠٢' ٠٠"	٢٤١١' ٢٥"	+٤٣' ٤٣"	-٣٣' ٢٨"	-١٥٣٤' ٠٠"
المشتري	♃	٨١' ٤٩"	٧٨' ٣٨"	٢٥' ٤٠"	٢٥' ٤٠"	٤٨١٦' ٣٠"	+٢٧' ٨٦"	-٨٥' ٨٥"	-٨٧٠' ٦١"
زُحل	♄	١٢٣' ٦' ١٢"	٨٠' ٨٩'	٧٠' ١١١'	٢١' ٦٢'	١٠٥١٦' ٥٠"	+٨٠' ٣٣'	-٢٣' ٦٦'	-١٤١٥' ٥١"
اورانوس	♅	١٧٣' ٣٧'	٣٠' ١٦٧'	١١' ٥٩'	٢٣' ٤٠'	٤٦٦٦' ٨٦"	+٣٣' ٧٨'	-٢٨' ٨٥'	+١٣١١' ٣٠"
نبتون	♆	٢٣٥' ٨' ٢٣٥"	٢١' ٨٨'	٢' ١٣'	٠' ٥٩'	٥٨١٨' ٠٠"	?	?	?

عدد اسم النجم	عدد في	ص م	سنة	بعد
عدد اسم النجم	قائمة ستروف ١٨٣٠ او ١٨٣٠ ميل	١٨٠٠+	قدر	وضع بينها
٤٧	١٥٢٢	١١	٠٩١٠	٠٩١٠
٤٨	١٥٢٦	١١	٠٥١٦	٠٥١٦
٤٩	١٦٧٠	١٢	٠٠٣٤	٠٠٣٤
٥٠	١٦٨٧	١٢	٠٩٤٦	٠٩٤٦
٥١	١٧٢٨	١٣	٠٥١٢	٠٥١٢
٥٢	١٧٥٧	١٣	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٥٣	١٧٦٨	١٣	٠٥٢٩	٠٥٢٩
٥٤	١٧٨٥	١٣	٠٤٨٤	٠٤٨٤
٥٥	١٨١٩	١٤	٠٩١٨	٠٩١٨
٥٦	١٨٣٠	١٤	٠٥١٢	٠٥١٢
٥٧	١٨٦٤	١٤	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٥٨	١٨٧٦	١٤	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٥٩	١٨٨٨	١٤	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٦٠	١٩٠٩	١٤	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٦١	١٩٢٢	١٥	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٦٢	١٩٣٧	١٥	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٦٣	١٩٤٨	١٥	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٦٤	١٩٥٤	١٥	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٦٥	١٩٦٧	١٥	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٦٦	١٩٩٨	١٥	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٦٧	٢٠٢١	١٥	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٦٨	٢٠٢٦	١٥	٠٩٢٧	٠٩٢٧
٦٩	٢٠٣٢	١٦	٠٩٢٧	٠٩٢٧

نجوم مزدوجة

٢٧٣

عدد في	ص م	سنة	بعد
عدد اسم النجم	قائمة ستروف ١٨٦٠ أو ٦٠ ميل	١٨٠٠ + قدر	وضع بينها
١٤ النكس	٩٦٣ ٦ ٤٠ ٤٢ ٤٠ ٤٠ ٥٩ + ٦ ٦ ٦٣	٥٩ ٥٣ + ٦ ٦ ٦٣	٥٩ ٥٣ + ٦ ٦ ٦٣
١ الكلب الأكبر	٩٩٧ ٦ ٤٩ ٠ ٤٨ ١٢ -	٨ ١٢ ٥ ٦٤	٨ ١٢ ٥ ٦٤
١٠١٤ اب السرطان	١٢٠٢ ٨ ٥ ٥٤ ٠ ١٦ ١١ +	١٠ ٨ ٦٣	١٠ ٨ ٦٣
١١١٢١٦ الشجاع	١٢ ١٤ ٨ ١٢ ١٦ ١ -	٩ ٦٣	٩ ٦٣
١٢٠٦ الدب الأكبر	١٢ ٨ ٥٨ ٠ ٤١ ٦٧ +	٩ ٦٣	٩ ٦٣
١٢١٦ الشجاع اب	١٢ ٩ ٥٤ ٠ ٤٤ ٦ -	١٠ ٧ ٥٧	١٠ ٧ ٥٧
١١٠ الشجاع	١٣٤٨ ١ ٧٩ ٦ ٦ + ٥٧	٧ ٦٣	٧ ٦٣
١٢٥٧ الشجاع	١٢ ٢١ ٩ ٢٠ ٢١ ٩ -	١٠ ٧ ٥٦	١٠ ٧ ٥٦
١٩١ السنبلة	١٦٤٧ ١٢ ٢٢ ٢٠ ٢٠ ٢٢ ١٠ +	٨ ٧ ٦٣	٨ ٧ ٦٣
١٧٨١	١٧٨١ ١٢ ٢٩ ٦ ٥٢ ٤٩ ٠ +	٨ ٧ ٦٥	٨ ٧ ٦٥
٢٢٨ ب ١٢	١٧٨٨ ١٢ ٤٧ ٤٢ ٢٢ ٧ -	٧ ٦٥	٧ ٦٥
١٢١ العواء	١٨٢٥ ١٤ ١٠ ٦ ٤٧ ٢٠ +	٨ ٧ ٦٤	٨ ٧ ٦٤
٧٠ ب ١٤ الميزان	١٨٣٧ ١٤ ١٧ ٦ ١٨ ١١ -	٨ ٧ ٦٥	٨ ٧ ٦٥
١٨٦٢ العواء	١٨٦٢ ١٤ ٢٣ ١٨ ١٠ ٥٢ +	٧ ٦٤	٧ ٦٤
٢٢ الحاري	١٨٦٥ ١٤ ٢٤ ٢٠ ٢٠ ١٤ +	٧ ٦٥	٧ ٦٥
١٨٨٢ العواء	١٨٨٢ ١٤ ٤١ ٥٤ ٢٢ ٦ +	٧ ٦٣	٧ ٦٣
١٩٢٤	١٩٢٤ ١٥ ١٢ ٢٤ ٤٨ ٤٤ +	٨ ٦٥	٨ ٦٥
١٩٥٧ الشجاع	١٩٥٧ ١٥ ٢٩ ١٨ ١٢ ١٤ +	٨ ٦٣	٨ ٦٣
٢٨١ الجاني	٢١٦٥ ١٧ ٢٠ ٤٨ ٢٠ ٢٩ +	٨ ٦٥	٨ ٦٥
٢١٩٩ الثنين	٢١٩٩ ١٧ ٢٦ ٠ ٥٠ ٥٥ +	٧ ٥٧	٧ ٥٧
٢١٧ الجاني	٢٢٨٩ ١٨ ٢ ٥٤ ٢٧ ١٦ +	٧ ٦٣	٧ ٦٣
٢٤٢٧ السم	٢٤٢٧ ١٨ ٥٥ ٤٨ ١٨ +	٧ ٥٧	٧ ٥٧
٢٤٥٤ الشياق	٢٤٥٤ ١٨ ٥٩ ٢٤ ١١ ٢٠ +	٨ ٦٥	٨ ٦٥
٢٢ الدجاجة	٢٥٢٥ ١٩ ٢١ ٦ ٢٧ +	٧ ٦٥	٧ ٦٥
٢٥٤٤ السر	٢٥٤٤ ١٩ ٤٤ ٢٠ ٨ +	٧ ٦٤	٧ ٦٤

عدد في	ص م	سنة	بعد
عدد اسم النجم	قائمة سترويف ١٨٦٠	ميل ١٨٠٠+	قدر وضع بينها
٢٢	٢٥٥٦ S	العلب ٢٥٥٦	١٩ ٢٣ ٢٤ + ٢١ ٥٥ ٦٥ ٧ ٧ ٢٢ - ١٦٧ ٧٢
٢٤	٢٥٧٦ S	الدجاجة ٢٥٧٦	١٩ ٤٠ ١٨ ٢٢ + ١٧ ٦٣ ٨ ٧ ٢ - ٢٠ ٨ ٢٧ ٢٢
٢٥	٢٧٤٤ S	الدلي ٢٧٤٤	٢٠ ٥٤ ٥٥ ٠ + ٠ ٥٩ ٦٣ ٧ ٦ - ١٧٧ ٥٥ ١ ٥٠
٢٦	٢٧٤٦ S	الدجاجة ٢٧٤٦	٢٠ ٥٥ ٠ ٠ + ٢٨ ٢١ ٦٣ ٩ ٨ - ٢٨٢ ٧٠ ٠ ٨٠
٢٧	٢٨٠٤	الفرس ٢٨٠٤	٢١ ٢٦ ٢٠ + ٦ ٢٠ ٦٥ ٨ ٧ - ٢٢٤ ٥٢ + ٢ ٧٥
٢٨	٢٩٢٨ S	الدلي ٢٩٢٨	٢٢ ٢٢ ٦ ٢٢ - ١٢ ٢٠ ٥٧ ٨ ١ - ٢١٩ ٢٥ - ٤ ٢٨
٢٩	٢٩٤٤ S	الدواب ٢٩٤٤	٢٢ ٤٠ ٢٦ ٤ - ٤ ٥٧ ٦٣ ٨ ٧ - ١٤٦ ٦٧ ٥ ٦٧
٣٠	٢٩٧٦ S	الحوتين ٢٩٧٦	٢٢ ٠ ٢٦ ٥ + ٥١ ٥٨ ١٠ ٩ ١ - ١٨٢ ٢٢ + ١٦ ٢١
٣١	٣٠٤٦ S	فيطوس ٣٠٤٦	٢٣ ٤٩ ٢٠ - ١٠ ١٦ ٦٤ ٨ ١ - ٢٤١ ٥ + ٢ ٩٠
٣٢	٣٠٥٠	المرأة المسلسلة ٣٠٥٠	٢٣ ٥٢ ١٨ ٢٢ + ٥٧ ٦٥ ٦ ٦ ١ - ١٩٩ ٥٢ + ٢ ١٧

قائمة نجوم متغيرة

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	مكة اياما	من قدر الى قدر
R المرأة المسلسلة	١٣ ١٧ ٣	٢٧ + ٢ ٥١		من ٦ الى
B ذات الكرسي	٢٦ ١٧ ٠	٢٥ ٥ ٦٣ +		هونج بنو براشي الوقي
T الحوتين	١٦ ٢٥ ٠	١٢ + ٩ ٥٢	١٤٢ ±	١١ ٩ ٥
α ذات الكرسي	٩ ٢٢ ٠	٥٥ + ٤٩ ٤	٧٩ ١	٢ ٢ ٥
U الحوتين	٢٥ ٢٧ ٠	٦ + ٢ ٢٥		> ١٢ ٩
S ذات الكرسي	٨ ١٠ ١	٧١ + ٦ ٥٥		> ١٢
S الحوتين	٤٦ ١٠ ١	٨ + ٧ ١٢	١٢ ±	> ١٢ ٩
R الحوتين	٥٦ ٢٢ ١	٢ + ٦ ١٢	٢٤٦	٧ ٩ ٥
V الحوتين	٢٠ ٤٧ ١	٨ + ٨ ٨		٩ ٦
الحمل	٢٩ ٥٧ ١	١١ + ١ ٥٤		
R الحمل	٤٤ ٨ ٢	٢٤ + ١ ٢٧	١٨٦	٨ > ١٢
فيطوس	٤٧ ١٢ ٢	٢ - ١ ٢٤	٢٢١ ٢٢٦	٢ > ١٢

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	مكة اياما	من قدر الى قدر
م فرساوس	٥١ ٥٦ ٢	٢٨+ ٢٠ ١	٢٢	٤
β	٤٢ ٥٩ ٢	٤٠+ ٢٧ ٢	٢٨٦٧٢٧	٢ ٥
R	٤٧ ٢١ ٢	٢٥+ ١٢ ٢	٤١٩	٨ ٦
λ الثور	٢٩ ٥٢ ٢	١٢+ ٧ ٢	٢٩٥٢	٤
U الثور	١٥ ١٤ ٤	١٩+ ٢٠ ٢		١ ٤
T	٢٥ ١٤ ٤	١٩+ ١٢ ٥		٩ ٧
R	١٠ ٢١ ٤	٩+ ٥٢ ٢	٢٢٧	٨
S	٥ ٢٢ ٤	٩+ ٢٩ ٤	٢٧٥	١٠
R الجبار	٥٥ ٥١ ٤	٧+ ٥٥ ٧	٢٧٨	٩
• مسك العنان	٢٨ ٥٢ ٤	٤٢+ ٢٧ ٧	٢٥٠	٢ ٥
R الارنب	٤١ ٥٢ ٤	١٥- ٠ ٢	٤٠٠ ±	٧
R مسك العنان	٤٨ ٦ ٥	٥٢+ ٢٦ ٢		
α الجبار	٨ ٤٨ ٥	٧+ ٢٢ ٨	١٩٦ ±	١
R وحيد القرن	٤ ٢٢ ٦	٨+ ٥٠ ٩		١٠
ζ التوأمن	٢٤ ٥٦ ٦	٢٠+ ٤٥ ٥	١٠ ١٦	٢ ٨
R	٢٢ ٥٩ ٦	٢٢+ ٥٤ ١	٢٧٠	٧ ٢
R الكلب الاصغر	١ ١ ٧	١٠+ ١٢ ٦	٢٢٩	٨
S	٢٩ ٢٥ ٧	٨+ ٢٥ ٦	٢٣٥	٧ ٥
S التوأمن	١٤ ٢٥ ٧	٢٢+ ٤٥ ٢	٢٦٤ ٠ ٧	٩ ٢
T	٢٠ ٤١ ٧	٢٤+ ٢٢ ٢	٢٨٨ ٦ ٤	٩ ٥
U	٢٢ ٤٧ ٧ ٠	٢٢+ ٢٠ ٥	٩٧	٩
R السرطان	٢٤ ٩ ٨	١٢+ ٧ ٤	٢٥٩	٦
U	١٩ ٢٨ ٨	١٩+ ٢٠ ٥	٢٠ ٦	٩
S	٢٠ ٢٦ ٨	١٩+ ٢٠ ٥	٩ ٤٨	٨
S الشجاع	٤٧ ٤٦ ٨	٢+ ٢٢ ٥	٢٥٦	٨ ٥
T السرطان	١٤ ٤٩ ٨	٢٠+ ٢٠ ٧	٤٥٥ ±	٩ ٥

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	مئة أياماً	من قدر الى قدر
T الشجاع	٢٠ ٤٩ ٨	٨- ٢٨ ٧ ٢٩٢	٢٢٦+ ٦٥	١٠ ٥
" α	٢١ ٢١ ٩	٨- ٥ ٩ ٥٥	٢٥	٢ ٢٥
R الأسد الأصغر	٤٦ ٢٧ ٩	٦٥ ٢٥+	٦٥ ± سنة	١١ ٧
R الأسد	٢٤ ٤٠ ٩	١٢+ ١٨ ١٢	٢١٢ ٥٧	١١ ٥
R الدب الأكبر	٢٥ ٢٥ ١٠	٢٧ ٤ ٦٩+	٢٠ ١ ٩٠	١٢ ٧
" السفينة	٢ ٤٠ ١٠	٥٩- ١ ٥٩	٤٦ سنة	٤ ١
S الأسد	٧ ٤ ١١	٦+ ١٠ ١ ١٩٢	١٩٢	٩ ١٢ >
"	٤٦ ٢١ ١١	٤+ ٥ ٥	١٠	١٤ ١٠
R شعر برنيكي	٢٥ ٥٧ ١١	١٩+ ٢٠ ٢ ٢٠	٢٠ ± سنة	٨ ١٢ >
T السنبلة	٥٦ ٧ ١٢	٥- ١٨ ٧ ١٨	٢٢٧	٨ ١٢ >
T الدب الأكبر	٢٨ ٢٠ ١٢	٦٠+ ١٢ ٢ ١٢	٢٥٧	٦٧ ١٢ >
R السنبلة	٥٤ ٢١ ١٢	٧+ ٤٢ ٢ ١٤٦	١٤٦	٦٥ ١١ >
S الدب الأكبر	١٥ ٢٨ ١٢	٦١+ ٤٨ ٢ ٢٢٢	٢٢٢ ٦	١٢ ٧ ١٢
U السنبلة	٢٠ ٤٤ ١٢	٦+ ١٥ ٧ ١٥	٢١٢	٧ ١٢ >
" V	٦ ٢١ ١٢	٢- ٢٩ ٧ ٢٩	٢٥٢	٧
R اوه الشجاع	٢٧ ٢٢ ١٢	٢٢- ٢٦ ٤ ٢٦	٤٤٧ ٨	٤ ١٠ >
S السنبلة	١٢ ٢٦ ١٢	٦- ٢١ ٤ ٢١	٢٨٠ ١١	٦ ١١
T العواء	٠ ٨ ١٤	١٩+ ٤٠ ٥ ٤٠	١٩+	٩ ١٤ >
" S	٢٢ ١٨ ١٤	٥٤+ ٢٤ ٢ ٢٤	٢٤	٨ ١٢
R الزرافة	٢٥ ٢٧ ١٤	٨٤+ ٢٥ ٢ ٢٥	٢٦٥	٧ ١٢
R العواء	٢٧ ٢١ ١٤	٢٧+ ١٨ ١ ١٨	١٩٦	٨ ١٢
" U	٤٨ ٢٤ ١٤	٢٨+ ١ ٤ ١٤	١٤	٩ ١٢
S الحبة	٢٤ ١٥ ١٥	١٤+ ٤٧ ١٤	٢٥٩	٨ ١٠ >
S الأكليل الشامي	٦ ١٦ ١٥	٢١+ ٥ ٢ ٥٠	٢١+	٦ ١٠
R " "	١٢ ٤٢ ١٥	٢٨+ ٢٢ ٥ ٢٢	٢٥٠	٦ ١٢ >
♂ الميزان	١٤ ٤٢ ١٥	٨- ٢ ٤ ٢٢	٢٢٨	٦ ١٢

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	مذايا مآ	من قدر الى قدر
R الحية	١٥ ٤٤ ٤٤	١٥+ ٢١ ٨	٢٥٢	٦٥ ١٠ >
R الميزان	١٥ ٤٦ ١٥	١٥- ٥٠ ٨	٧٢٢	٩ ١٤٥ >
R الجاني	١٦ ٠ ٢٢	١٨+ ٤٢ ٤	٢١٠	٨٥ ١٢٥
T القرب	١٦ ٩ ١٨	٢٢- ٢٩ ٠		٧ ١٢ >
" R	١٦ ٩ ٥٤	٢٢- ٢٧ ٢	٦٤٨	٩ ١٤ >
" S	١٦ ٩ ٥٦	٢٢- ٢٤ ٢	٢٦٤	٩ ١٢ >
" U	١٦ ١٤ ٥٩	١٧- ٢٤ ٠		٩٥ ١٢٥
U الجاني	١٦ ٢٠ ٢٢	١٩+ ١١ ٤		٧ ١٢
" ٢٠	١٦ ٢٤ ٢٢	٤٢+ ١٠ ١	١٠٦	٥ ٦
T الحاوي	١٦ ٢٦ ١٨	١٥- ٥١ ٢		١٠٥ ١٢ >
" S	١٦ ٢٦ ٤٧	١٦- ٥٢ ١	٢٢٩ ٢	٩٢ ١٢٥ >
S الجاني	١٦ ٤٥ ٥٩	١٥+ ٩ ٧	٢٠٢	٧٥ ١٢٥
جديد الحاوي	١٦ ٥٢ ١٢	١٢- ٤١ ٤		٤٥ ١٢٥ >
" R	١٧ ٠ ١٨	١٥- ٥٥ ٠	٢٠٤ ٦	٨ ١٢٥ >
" الجاني	١٧ ٨ ٤٢	١٤+ ٢٢ ٤	٨٨ ٥	٢١ ٢٩
جديد الحاوي	١٧ ٢٢ ٥١	٢١- ٢٢ ١		
T الجاني	١٨ ٤ ١١	٢١+ ٠ ٢	١٦٤ ٧	٩٢ ١٢ >
T الشجاع	١٨ ٢٢ ٢٨	٦+ ١٢ ٠	٢١٠	١٠٥ ١٤ >
R نرس سويسكي	١٨ ٤٠ ٢٣	٥- ٥٠ ٠	٧١ ٧٥	٥ ٩
β الشياق	١٨ ٤٥ ١٧	٢٢+ ١٢ ٧	١٢ ٩٠ ٦	٢٥ ٤٥
R (١٢) الشياق	١٨ ٥١ ٢٣	٤٢+ ٤٦ ٦	٤٦	٤٢ ٤٦
R النسر	١٩ ٠ ٧	٨+ ٢ ١	٢٥١ ٥	٦٥ ٦
T الراعي	١٩ ٨ ٤٢	١٧- ١١ ٠		٨٥ ١٢ >
" R	١٩ ٩ ٤	١٩- ٢٢ ٠	٤٦٥	٨ ١٢ >
" S	١٩ ١١ ٤٩	١٩- ١٥ ٦		١٠٥
R الدجاجة	١٩ ٢٢ ٢٠	٤٩+ ٥٤ ٥	٤١٦ ٧٢	٨ ١٤ >

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	متأ ياماً	من قدر الى قدر
* الثعلب	١٩ ٤٢ ١٤	٢٦+ ٨ ٥٩		
" S	١٩ ٤٢ ٤	٢٦+ ٩ ٥٧	٦٧ ٨ ٨	
X الدجاجة	١٩ ٤٥ ٢٤	٢٢+ ٢ ٣٥	٠٦ ٠٦ ٤٠	١٢ >
" النسر	١٩ ٤٥ ٥١	٠+ ٤ ٤٠	٧ ١٧٦٣ ٦	
S الدجاجة	٢٠ ٢ ٤٧	٥٧+ ٧ ٢٦	٢٢٤	١٢ >
R الجدي	٢٠ ٤ ١	١٤- ٢ ٢٩	١٠ ١٣	
S النسر	٢٠ ٥ ٢٩	١٥+ ٣ ١٤	١٢٤+ ٩ ٨	
R السهم	٢٠ ٨ ٨	١٦+ ٠ ٢٠	٨٨ ٠٧ ٣	
R الدلفين	٢٠ ٨ ٢٩	٨+ ٤ ٤١	٩ ١٢	
P (٢٤) الدجاجة	٢٠ ١٢ ٠	٢٧+ ٨ ٢٧	١٨+ سنة ٢	٦ >
R (٢٤) قيفاوس	٢٠ ٢٣ ٤١	٨٨+ ٠ ٤٤	٧٢+ سنة ٥	١١
S الدلفين	٢٠ ٢٧ ٥	١٦+ ٤ ٢٧	٢٨٤ ٨ ١٣	
" T	٢٠ ٢٩ ٢٠	١٥+ ٧ ٥٥	٢٢٢ ٦ ٨	
U الجدي	٢٠ ٤٠ ٥٤	١٥+ ٦ ١٥	٤٢٠ ١١ ١٥	١٥ >
T الدلو	٢٠ ٤٣ ٦	٥- ٦ ٢٧	١٩٧ ٨ ٧	
R الثعلب	٢٠ ٥٨ ٢٦	٢٣+ ٤ ١٨	١٢٨ ٦ ٦	
T الجدي	٢١ ١٤ ٥٠	١٥- ٦ ٤٢	٢٧٤ ٩ ١٤	١٤ >
S قيفاوس	٢١ ٢٦ ٤٧	٧٨+ ٢ ٢٢	٤٧٠ ٩ ٨	١١ ١٢
" μ	٢١ ٢٩ ٢١	٥٨+ ١ ١١	٥٦٦ سنين ٤ ٦	
T الفرس	٢٢ ٢ ٢٣	١١+ ٢ ٥٤	١٠ ١٢	
الدلو	٢٢ ٢٢ ٢١	١٠- ٠ ٢٦	٤٢٢ سنين ٨ ٧	
δ قيفاوس	٢٢ ٢٤ ٢١	٥٧+ ٠ ٤٥	٥٢٦٦٤ ٧ ٢	
S الدلو	٢٢ ٥٠ ٨	٢١- ١ ٢١	٢٧٩ ٢ ٨	١١ >
β الفرس	٢٢ ٥٧ ٢٨	٢٧+ ٧ ٢٢	٢١ ٥٢٤ ٢١ ٤٢	
" R	٢٣ ٠ ٧	٩+ ٦ ٥٠	٥٧٨ ٥ ٨	١٢ ٥١
R الدلو	٢٣ ٢٧ ٥	١٦- ٢ ٠	٢٥٤ ٥ ٢٨٨ ٧	١٠ >

اسم النجم ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠ مئذياً من قدر الى قدر
 R ذات الكرسي ٢٣ ٥١ ٤٩ + ٢٩ ٩ ٥٠ ٨١ ٤٢ ٦ ١٤ >

قائمة نجوم مثلثة ومربعة وخمسة ومتعددة

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	افتداز	بعد بينها
ذات الكرسي	٤٧ ١٦ ٥١	٢٦ ٩ ٦٧ +	١١ ٩ ٤ ١	٢ ٢٣
المرأة المسلسلة	٥٥ ٥٥ ١	٤٢ ٤ ٤١ +	٦ ٥ ١ ٢	٥ ١ ٢
٢٧٦٠ الحمامة	٦ ٢١ ٥	٢٧ ٨ ٢٥ -	١١ ٧ ١ ٧	٢٠ ٧ ٢
الوحيد القرن	٢١ ٢٢ ٦	٥٧ ٦ -	٨ ٧ ٦ ١	٩ ٦ ٧ ٢
التكس	٤٤ ٢٤ ٦	٢٤ ٢ ٥٩ +	٧ ١ ٧ ٧ ١	٨ ٧ ١ ٧
٢٩٢٨ السفينة	٤٨ ٠ ٧	٢٥ ٢ ٢٤ -	١٠ ٨ ١ ٧	٢٧ ٥ ٥
السرطان	٤٥ ٤ ٨	٢ ٤ ١٨ +	٧ ١ ٧ ٧ ١	٥ ٤ ٠ ٧
السفينة	٢١ ٥ ٨	٥٦ ٢ ٤٦ -	٨ ٦ ٢ ٢	٦٢ ٤١
٢٨٢٧ ب ا ك	٢٢ ٢٠ ٨	٥ ٢ ٧١ -	٧ ١ ٧ ٧ ١	٦٥ ٧
* السفينة	٥٨ ٢٤ ٨	٢٩ ٧ ٤٧ -	١١ ٩ ٦	٢٠ ٤ ٤
١٦٠٤ S الكاس	٢٧ ٢ ١٢	٦ ٧ ١١ -	٨ ٩ ٧	
٧ قنطوروس	٢٠ ١٢ ١٤	٥١ ٨ ٥٧ -	١١ ٨ ٥ ١	٢٥ ٩ ٦
٥١ الميزان	١٢ ٥٧ ١٥	٠ ٨ ١١ -	٧ ١ ٧ ٧ ١	٧ ٢ ١ ٤
٢٧٩١ سوث الراي	٢١ ٥٤ ١٧	٢ ٠ ٢٢ -	٨ ١١ ٧	١٥ ٥ ٨

نجوم مربعة

٢٣ ٤٩ ٦	١٤ ٥ ٢٠ -	١٢ ٩ ١ ٦	١٢٥ ٥٢ ٤٥ ١٠
١٥ ٤٥ ١٨	١٢ ٧ ٢٢ +	١٢ ٨ ١ ٨ ١	٧١ ٦٠ ٤٦ ٩
٥٥ ١٥ ١٩	٢٢ ٧ ١٨ -	١٢ ٨ ٨ ٨ ٨	٢٥ ٢٠ ١٨ ١٢
٠ ٢٥ ٢٠	٤٩ ٥ ١٠ +	١٢ ٨ ٧ ١ ٦	٠ ٢٠ ١٤ ٩
٦ ٢٠ ٢٢	٥٧ ٧ ٢٨ +	١٢ ٧ ١ ٦ ١	٨٢ ٢٢ ١٠ ١١

نجوم خمسة

٢٧٨٠ الأرنب ٤٤ ٢٢ ٥ ١٧ - ٨ ٨ ٨ ٧ ٧ ٥٨ ٦

[illegible]

[illegible]

جدول انکسار مع انساہ و فضلاتہا

فصله	نسب	انكسار اوسط	بعد مقي	فصله	نسب	انكسار اوسط	بعد مقي	فصله	نسب	انكسار اوسط	بعد مقي
٤٩٧	٢٢٢٢٧٧	٢٢٢٢٧٧	٧٥١	١٥٥١	١٢٨٥٧٤٧	١٢٨٥٧٤٧	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٨٥	٢٠٠٨٥	١
٥٠٢	٢٢٢٤١٧٤	٢٢٢٤١٧٤	٢٠	١٥٦٥	١٢٨٧٢٩٨	١٢٨٧٢٩٨	٥٢	١٧٦٣	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٢
٥٠٧	٢٢٢٤٧٧٦	٢٢٢٤٧٧٦	٢٠	١٥٧٧	١٢٨٨٨٧٣	١٢٨٨٨٧٣	٥٣	١٢٥٢	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٣
٥١٢	٢٢٢٥١٨٢	٢٢٢٥١٨٢	٤٠	١٥٩٦	١٢٩٠٤٤٠	١٢٩٠٤٤٠	٥٤	٩٧٤	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٤
٥١٧	٢٢٢٥٦٩٥	٢٢٢٥٦٩٥	٥٠	١٦١٧	١٢٩٢٠٣٦	١٢٩٢٠٣٦	٥٥	٧٩٦	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٥
٥٢٢	٢٢٢٦٢١٢	٢٢٢٦٢١٢	٧٦	١٦٣٨	١٢٩٣٦٥٣	١٢٩٣٦٥٣	٥٦	٦٧٥	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٦
٥٢٨	٢٢٢٦٧٣٥	٢٢٢٦٧٣٥	١٠	١٦٦٤	١٢٩٥٢٩١	١٢٩٥٢٩١	٥٧	٥٨٧	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٧
٥٣٣	٢٢٢٧٢٦٣	٢٢٢٧٢٦٣	٢٠	١٦٩١	١٢٩٦٩٥٥	١٢٩٦٩٥٥	٥٨	٥١٩	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٨
٥٣٨	٢٢٢٧٧٩٦	٢٢٢٧٧٩٦	٢٠	١٧٢٢	١٢٩٨٦٤٦	١٢٩٨٦٤٦	٥٩	٤٦٦	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٩
٥٤٥	٢٢٢٨٣٢٤	٢٢٢٨٣٢٤	٤٠	١٧٥٦	٢٠٠٠٢٧٨	٢٠٠٠٢٧٨	٦٠	٤٢٤	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	١٠
٥٥١	٢٢٢٨٨٧٩	٢٢٢٨٨٧٩	٥٠	١٧٩٤	٢٠٠٢١٢٤	٢٠٠٢١٢٤	٦١	٣٨٨	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	١١
٥٥٧	٢٢٢٩٤٣٠	٢٢٢٩٤٣٠	٧٧	١٨٣٦	٢٠٠٣٩١٨	٢٠٠٣٩١٨	٦٢	٣٥٩	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	١٢
٥٦٣	٢٢٢٩٩٨٧	٢٢٢٩٩٨٧	١٠	١٨٨١	٢٠٠٥٧٥٤	٢٠٠٥٧٥٤	٦٣	٣٣٤	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	١٣
٥٦٩	٢٢٣٠٥٥٠	٢٢٣٠٥٥٠	٢٠	١٩٣٢	٢٠٠٧٦٣٥	٢٠٠٧٦٣٥	٦٤	٣١٣	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	١٤
٥٧٦	٢٢٣١١١٩	٢٢٣١١١٩	٢٠	١٩٨٨	٢٠٠٩٥٦٧	٢٠٠٩٥٦٧	٦٥	٢٩٤	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	١٥
٥٨٢	٢٢٣١٦٩٥	٢٢٣١٦٩٥	٤٠	٢٠٤٨	٢٠١١٥٥٥	٢٠١١٥٥٥	٦٦	٢٧٨	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	١٦
٥٨٩	٢٢٣٢٢٧٨	٢٢٣٢٢٧٨	٥٠	٢١١٦	٢٠١٣٦٠٢	٢٠١٣٦٠٢	٦٧	٢٦٥	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	١٧
٥٩٦	٢٢٣٢٨٦٧	٢٢٣٢٨٦٧	٧٨	٢١٩١	٢٠١٥٧١٩	٢٠١٥٧١٩	٦٨	٢٥٢	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	١٨
٦٠٣	٢٢٣٣٤٣٣	٢٢٣٣٤٣٣	١٠	٢٢٧٥	٢٠١٧٩١٠	٢٠١٧٩١٠	٦٩	٢٤١	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	١٩
٦١١	٢٢٣٤٠٦٦	٢٢٣٤٠٦٦	٢٠	٢٣٨٨	٢٠٢٠١٨٥	٢٠٢٠١٨٥	٧٠	٢٣٠	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٢٠
٦١٨	٢٢٣٤٤٧٧	٢٢٣٤٤٧٧	٢٠	٢٤٠	٢٠٢٠٥٧٣	٢٠٢٠٥٧٣	٧٠	٢٢٢	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٢١
٦٢٦	٢٢٣٥٠٩٥	٢٢٣٥٠٩٥	٤٠	٢٤٣	٢٠٢٠٩٦٣	٢٠٢٠٩٦٣	٧٠	٢١٥	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٢٢
٦٣٥	٢٢٣٥٩٢١	٢٢٣٥٩٢١	٥٠	٢٤٦	٢٠٢١٣٥٦	٢٠٢١٣٥٦	٧٠	٢٠٧	٢٠٠٩٧	٢٠٠٩٧	٢٣

جدول انكسار

٢٨٤

فضلته	نسب	انكسار اوسط	بعد مقي	فضلته	نسب	انكسار اوسط	بعد مقي	فضلته	نسب	انكسار اوسط	بعد مقي
١٩٦٧	٢٠.٦٠٢١	١٩.٩٠	٨٨١٠	١٣٤٠	٢٠.٨٣٦١١	١١.٢٥٢٦٧	٨٥٠٠	٩٨٦	٢٠.٦٧٧٢٢	٧.٠٥٥٥٥٨	٨٣٢٠
٢٠.٢٢	٢٠.٧٩٩٨	٢٠.٢٢	٢٠	١٣٧٤	٢٠.٨٤٩٥١	٤٧٤١٥٨٦	١٠٠.٦	١٠٠.٦	٢٠.٦٨٧٠٨	٨.٢٥٠	٤٠
٢٠.٨٩	٢٠.١٠٠٢٤	٥٩٢٦	٢٠	١٤١٠	٢٠.٨٦٣٢٥	١٢.٩٤٨٨	١٠.١٠٢٦	١٠.١٠٢٦	٢٠.٦٩٧١٤	١٧٢٩٠	٥٠
٢١.٥٥	٢٠.١٢١١٣	٢٢.١٢٧	٤٠	١٤٤٧	٢٠.٨٧٧٣٥	٢٣٢٩٧	٢٠.١٠٤٧	٢٠.١٠٤٧	٢٠.٧٠٧٤٠	٢٩٢٨٠	٨٤
٢٢.٢١	٢٠.١٤٢٧٨	٢٢.٨٢٩	٥٠	١٤٨٤	٢٠.٨٩١٨٢	٥٩٢٥١	٢٠.١٠٦٩	٢٠.١٠٦٩	٢٠.٧١٧٨٧	٤٢٢٢٤	١٠
٢٢.٩٠	٢٠.١٦٤٨٩	٢٤.٢١٢٨	٨٩٠٠	١٥٢٢	٢٠.٩٠٦٦٦	١٢.٢٦٢٦١	٤٠.١٠٩٢	٤٠.١٠٩٢	٢٠.٧٣٨٥٦	٥٥٢٢٥	٢٠
٢٣.٦١	٢٠.١٨٧٧٩	٢٥.٤٠٢٩	١٠	١٥٦٥	٢٠.٩٢١٨٩	٥٥٢٤٠	٥٠.١١١٥	٥٠.١١١٥	٢٠.٧٥٩٤٢	٩.٨٤٨٨	٢٠
٢٤.٢٤	٢٠.٢١١٤٠	٢٧.٧٢١	٢٠	١٦٠٨	٢٠.٩٣٧٥٤	١٤.٢٦٢٠٤٨٧	١٠.١١٣٩	١٠.١١٣٩	٢٠.٧٥٠٦٢	٢٢٢١٦	٤٠
٢٥.٠٩	٢٠.٢٣٥٧٤	٢٨.٤٠٢٨	٢٠	١٦٥٤	٢٠.٩٥٣٢٢	٥٨٢٧١	١٠.١١٦٥	١٠.١١٦٥	٢٠.٧٦٢٢٠	٢٨٢١٢	٥٠
٢٥.٨٤	٢٠.٢٦٠٨٢	٢٠.٢٣٢٢	٤٠	١٧٠١	٢٠.٩٧٠١٦	١٥.٢٢٢٦٠	٢٠.١١٩١	٢٠.١١٩١	٢٠.٧٧٣٦٧	٥٩٢٨٤	٨٥
٢٦.٦٧	٢٠.٢٨٦٦٧	٢٢.١٥٢٠	٥٠	١٧٤٩	٢٠.٩٨٧١٧	١٦.١٠٤٨٩	٢٠.١٢١٩	٢٠.١٢١٩	٢٠.٧٨٥٥٨	١٠.١٠٢٥٠	١٠
	٢٠.٣١٢٣٤	٢٤.١٧٢٥	٩٠	١٨٠١	٢٠.١٠٤٦٦	٥٠٢٨	٤٠.١٢٤٨	٤٠.١٢٤٨	٢٠.٧٩٧٧٧	٢٧٢٧٢	٢٠
				١٨٥٥	٢٠.١٢٢٦٧	١٧.٢٢٢٦	٥٠.١٢٧٧	٥٠.١٢٧٧	٢٠.٨١٠٢٥	٤٦٢٠٢	٢٠
				١٩٠٩	٢٠.١٤١٢٢	١٨.١٩٢٦	٨٨	١٣٠.٩	٢٠.٨١٣٠٢	٥٢٢٠	٤٠

الجدول السادس

للا انكسار. اصلاح للبارومتر والترمومتر

بارومتر		ترمومتر	
نسب		نسب	
٠.٠١٤٢٤	٢١٢٠	٠.٠٠٠٠٩٤	٤٩
٠.٠١٢٤٨	٢٠٢٩	٠.٠٠٠١٩٠	٤٨
٠.٠١١٤٢	٨	٠.٠٠٠٢٨٥	٤٧
٠.٠١٠٠٢	٧	٠.٠٠٠٣٨٠	٤٦
٠.٠٠٨٦٠	٦	٠.٠٠٠٤٧٦	٤٥
٠.٠٠٧١٨	٥	٠.٠٠٠٥٧٢	٤٤
٠.٠٠٥٧٥	٤	٠.٠٠٠٦٦٨	٤٣
٠.٠٠٤٢٢	٣	٠.٠٠٠٧٦٤	٤٢
٠.٠٠٢٨٩	٢	٠.٠٠٠٨٦١	٤١
٠.٠٠١٤٥	١	٠.٠٠٠٩٥٧	٤٠
٠.٠٠٠٠٠	٢٠.٢٠	٠.٠٠١٠٥٣	٣٩
٩٢٩٩٨٥٥	٢٩٢٩	٠.٠٠١١٥١	٣٨
٩٢٩٩٧٠٩	٨	٠.٠٠١٢٤٨	٣٧
٩٢٩٩٥٦٣	٧	٠.٠٠١٣٤٦	٣٦
٩٢٩٩٤١٧	٦	٠.٠٠١٤٤٤	٣٥
٩٢٩٩٢٧٠	٥	٠.٠٠١٥٤١	٣٤
٩٢٩٩١٢٣	٤	٠.٠٠١٦٤٠	٣٣
٩٢٩٨٩٧٥	٣	٠.٠٠١٧٣٨	٣٢
٩٢٩٨٨٢٦	٢	٠.٠٠١٨٣٧	٣١
٩٢٩٨٦٧٧	١	٠.٠٠١٩٣٥	٣٠
٩٢٩٨٥٢٨	٢٩٢٠	٠.٠٠٢٠٣٢	٢٩
٩٢٩٨٣٧٨	٢٨٢٩	٠.٠٠٢١٣٢	٢٨
٩٢٩٨٢٢٧	٨	٠.٠٠٢٢٣٢	٢٧
٩٢٩٨٠٧٦	٧	٠.٠٠٢٣٣١	٢٦
٩٢٩٧٩٢٤	٦	٠.٠٠٢٤٣٢	٢٥
٩٢٩٧٧٧٢	٥	٠.٠٠٢٥٣١	٢٤
٩٢٩٧٦٢٠	٤	٠.٠٠٢٦٣٠	٢٣
٩٢٩٧٤٦٦	٣	٠.٠٠٢٧٣٠	٢٢
٩٢٩٧٣١٣	٢	٠.٠٠٢٨٣٢	٢١
٩٢٩٧١٥٨	١	٠.٠٠٢٩٣٢	٢٠
٩٢٩٧٠٠٤	٢٨٢٠		

الجدول السابع

لإصلاح الانكسار بالقرب من الأفق لاختلاف البارومتر والترمومتر

بارومتر B	ترمومتر T	بعد سم	بارومتر B	ترمومتر T	بعد سم
+ ٠.٥١	- ٠.٢١٧	٨٦.٤		- ٠.٠٠٩	٧٥.٠
٠.٥٦	٠.٢٤٥	٤٠		٠.٠١٢	٧٦
٠.٦٢	٠.٢٧٦	٥٠		٠.٠١٥	٧٧
٠.٦٨	٠.٤١٠	٨٧ ٠٠		٠.٠١٨	٧٨
٠.٧٥	٠.٤٤٨	١٠		٠.٠٢٢	٧٩
٠.٨٢	٠.٤٩٠	٢٠	+ ٠.٠٠٤	٠.٠٣٠	٨٠ ٠
٠.٩١	٠.٥٣٨	٣٠	٠.٠٥	٠.٠٤٠	٨١ ٠
١.٠١	٠.٥٩٣	٤٠	٠.٠٧	٠.٠٤٦	٨١ ٢٠
١.١٣	٠.٦٥٤	٥٠	٠.٠٨	٠.٠٥٢	٨٢ ٠٠
١.٢٦	٠.٧٢٢	٨٨ ٠٠	٠.١٠	٠.٠٦٣	٨٢ ٢٠
١.٤١	٠.٧٩٩	١٠	٠.١١	٠.٠٧٤	٨٣ ٠٠
١.٥٩	٠.٨٨٧	٢٠	٠.١٣	٠.٠٨٩	٨٣ ٢٠
١.٧٩	٠.٩٨٧	٣٠	٠.١٦	٠.١٠٧	٨٤ ٠٠
٢.٠٢	١.١٠١	٤٠	٠.٢٠	٠.١٣٠	٨٤ ٢٠
٢.٢٩	١.٢٢١	٥٠	٠.٢٥	٠.١٥٩	٨٥ ٠٠
٢.٦١	١.٢٨٠	٨٩ ٠٠	٠.٢٦	٠.١٧١	٨٥ ١٠
٢.٩٨	١.٥٥١	١٠	٠.٢٨	٠.١٨٤	٨٥ ٢٠
٣.٤١	١.٧٤٩	٢٠	٠.٣١	٠.١٩٨	٨٥ ٢٠
٣.٩٣	١.٩٧٧	٣٠	٠.٣٣	٠.٢١٢	٨٥ ٤٠
٤.٥٤	٢.٢٤١	٤٠	٠.٣٦	٠.٢٢٩	٨٥ ٥٠
٥.٢٦	٢.٥٤٩	٥٠	٠.٣٩	٠.٢٤٨	٨٦ ٠٠
+ ٦.١٢	- ٢.٩٠٩	٩٠ ٠٠	٠.٤٢	٠.٢٦٩	٨٦ ١٠
			+ ٠.٤٧	- ٠.٢٩٢	٨٦ ٢٠

الأعداد في العمود T ينبغي ضربها في (٠.٥٠ - t) وعمود B تُضرب أرقامه في (٠.٣٠ - b) عندئذ
ويُصلح بالخاص الانكسار المستعمل من الجدولين السابقين الأول والثاني

المجدول الثامن

جدول ایام فی کسر عشری من سنه

9	Λ	Υ	7	ο	Ξ	Ψ	Γ	Ι		
ε.Γε7	ε.Γ19	ε.191	ε.17ε	ε.13Υ	ε.1.9	ε.0.ΛΓ	ε.0.0ε	ε.0.ΓΥ		
ε.05-	ε.ε95	ε.ε70	ε.ε5Λ	ε.ε11	ε.5Λ5	ε.507	ε.55Λ	ε.5.1	ε.5Υε	1.
ε.Υ9ε	ε.Υ7Υ	ε.Υ59	ε.Υ1Γ	ε.7Λ0	ε.70Υ	ε.759	ε.7.5	ε.0Υ0	ε.0εΛ	Γ.
ε1.7Λ	ε1.ε1	ε1.15	ε.9Λ7	ε.909	ε.951	ε.9.ε	ε.ΛΥ7	ε.Λε9	ε.ΛΓ5	5.
ε15εΓ	ε1510	ε1ΓΛΥ	ε1Γ7.	ε1Γ55	ε1Γ.0	ε11ΥΛ	ε110.	ε11Γ5	ε1.97	ε.
ε1717	ε10Λ9	ε1071	ε105ε	ε10.7	ε1εΥ9	ε1ε05	ε1εΓε	ε159Υ	ε15Υ.	0.
ε1Λ9.	ε1Λ75	ε1Λ50	ε1Λ.Λ	ε1ΥΛ1	ε1Υ05	ε1ΥΓ7	ε179Λ	ε17Υ1	ε17εε	7.
εΓ17ε	εΓ15Υ	εΓ1.9	εΓ.Λ5	εΓ.0ε	εΓ.ΓΥ	εΓ.0.	ε19ΥΓ	ε19ε0	ε191Λ	Υ.
εΓε5Λ	εΓε11	εΓ5Λ5	εΓ507	εΓ5Γ9	εΓ5.1	εΓ5Υε	εΓ5ε7	εΓ519	εΓ519Γ	Λ.
εΓΥ1Γ	εΓ7ΛΥ	εΓ70Υ	εΓ75.	εΓ7.5	εΓ0Υ0	εΓ0εΛ	εΓ05.	εΓε95	εΓε77	9.
εΓ9Λ7	εΓ909	εΓ951	εΓ9.ε	εΓΛΥ7	εΓΛε9	εΓΛΓ5	εΓΥ9ε	εΓΥ7Υ	εΓΥε.	10.
εΓ57.	εΓ555	εΓ5.0	εΓ51ΥΛ	εΓ510.	εΓ51Γ5	εΓ5.97	εΓ5.7Λ	εΓ5.ε1	εΓ5.15	11.
εΓ05ε	εΓ0.Υ	εΓεΥ9	εΓε05	εΓεΓε	εΓ59Υ	εΓ5Υ.	εΓ5εΓ	εΓ510	εΓ5ΛΥ	15.
εΓΛ.Λ	εΓΥΛ1	εΓΥ05	εΓΥΓ7	εΓ79Λ	εΓ7Υ1	εΓ7εε	εΓ717	εΓ0Λ9	εΓ071	15.
εε.Λ5	εε.0ε	εε.ΓΥ	εε.0.	ε59Υ5	ε59ε0	ε591Λ	ε5Λ9.	ε5Λ75	ε5Λ50	1ε.
εε507	εε559	εε5.1	εε5Υε	εε5ε7	εε519	εε195	εε17ε	εε15Υ	εε1.9	10.
εε75.	εε7.5	εε0Υ0	εε0εΛ	εε05.	εεε95	εεε77	εεε5Λ	εεε11	εε5Λ5	17.
εε9.ε	εεΛΥΥ	εεΛε9	εεΛΓ5	εεΥ9ε	εεΥ7Υ.	εεΥε.	εεΥ15	εε7Λ0	εε70Υ	1Υ.
ε01ΥΛ	ε010.	ε01Γ5	ε0.97	ε0.7Λ	ε0.ε1	ε0.15	εε9Λ7	εε909	εε951	1Λ.
ε0ε05	ε0εΓε	ε059Υ	ε05Υ.	ε05εΓ	ε0510	ε05ΛΥ	ε057.	ε0555	ε05.0	19.
ε0ΥΓ7	ε079Λ	ε07Υ1	ε07εε	ε0717	ε00Λ9	ε0071	ε005ε	ε00.Υ	ε0εΥ9	Γ0.
ε7.0.	ε09ΥΓ	ε09ε0	ε091Λ	ε0Λ9.	ε0ΛΓ5	ε0Λ50	ε0Λ.Λ	ε0ΥΛ1	ε0Υ05	Γ1.
ε7ΓΥε	ε75ε7	ε7519	ε7195	ε717ε	ε715Υ	ε71.9	ε7.Λ5	ε7.00	ε7.ΓΥ	ΓΓ.
ε70εΛ	ε705.	ε7ε95	ε7ε77	ε7ε5Λ	ε7ε11	ε75Λ5	ε7507	ε7559	ε75.1	Γ5.
ε7ΛΓ5	ε7Υ9ε	ε7Υ7Υ	ε7Υε.	ε7Υ15	ε77Λ0	ε770Υ	ε775.	ε77.5	ε70Υ0	Γε.
εΥ.97	εΥ.7Λ	εΥ.ε1	εΥ.15	ε79Λ7	ε7909	ε7951	ε79.ε	ε7ΛΥΥ	ε7Λ0.	Γ0.
εΥ5Υ.	εΥεεΓ	εΥ510	εΥ5ΛΥ	εΥ57.	εΥ555	εΥ5.0	εΥ1ΥΛ	εΥ101	εΥ1Γ5	Γ7.
εΥ7εε	εΥ917	εΥ0Λ9	εΥ071	εΥ05ε	εΥ0.Υ	εΥεΥ9	εΥε05	εΥεΓε	εΥ59Υ	ΓΥ.
εΥ91Λ	εΥΛ9.	εΥΛ75	εΥΛ50	εΥΛ.Λ	εΥΥΛ1	εΥΥ05	εΛΥ57	εΥ79Λ	εΥ7Υ1	ΓΛ.
εΛ195	εΛ17ε	εΛ15Υ	εΛ1.9	εΛ.Λ5	εΛ.00	εΛ.ΓΥ	εΛ.0.	εΥ9ΥΓ	εΥ9ε0	Γ9.
εΛε77	εΛε5Λ	εΛε11	εΛ5Λ5	εΛ507	εΛ55Λ	εΛ5.1	εΛ5Υε	εΛ5ε7	εΛ519	50.
εΛΥε.	εΛΥ15	εΛ7Λ0	εΛ70Υ	εΛ75.	εΛ7.5	εΛ0Υ0	εΛ0εΛ	εΛ05.	εΛε95	51.
ε9.15	εΛ9Λ7	εΛ909	εΛ951	εΛ9.ε	εΛΛΥΥ	εΛΛε9	εΛΛ55	εΛΥ9ε	εΛΥ7Υ	5Γ.
ε95ΛΥ	ε957.	ε9555	ε95.0	ε91ΥΛ	ε910.	ε91Γ5	ε9.97	ε9.7Λ	ε9.ε1	55.
ε9071	ε905ε	ε90.Υ	ε9εΥ9	ε9ε05	ε9εΓε	ε959Υ	ε95Υ.	ε95ε5	ε9510	5ε.
ε9Λ50	ε9Λ.Λ	ε9ΥΛ1	ε9Υ05	ε9Υ57	ε979Λ	ε97Υ1	ε97εε	ε9717	ε90Λ9	50.
				1ε....	ε99Υ5	ε99ε0	ε991Λ	ε9Λ9.	ε9Λ75	57.

المجدول التاسع

اختلاف الشمس

اختلاف الشمس الافقي ارتفاع الشمس اختلاف الشمس الافقي ارتفاع الشمس

°	'	٨٤٤	٨٤٥	٨٤٦	٨٤٧	٨٤٨	°	'	٨٤٤	٨٤٥	٨٤٦	٨٤٧	٨٤٨
٠		٨٤٤٠	٨٤٥٠	٨٤٦٠	٨٤٧٠	٨٤٨٠	٤٥		٥٤٩٤	٦٤٠١	٦٤٠٨	٦٤١٥	٦٤٢٢
٥		٨٤٣٧	٨٤٤٧	٨٤٥٧	٨٤٦٧	٨٤٧٧	٥٠		٥٤٤٠	٥٤٤٦	٥٤٥٣	٥٤٥٩	٥٤٦٦
١٠		٨٤٣٧	٨٤٣٧	٨٤٤٧	٨٤٥٧	٨٤٦٧	٥٥		٤٤٨٢	٤٤٨٨	٤٤٩٣	٤٤٩٩	٥٤٠٥
١٥		٨٤١١	٨٤٢١	٨٤٣١	٨٤٤٠	٨٤٥٠	٦٠		٤٤٢٠	٤٤٢٥	٤٤٣٠	٤٤٣٥	٤٤٤٠
٢٠		٧٤٨٩	٧٤٩٩	٨٤٠٨	٨٤١٨	٨٤٢٧	٦٥		٣٤٥٥	٣٤٥٩	٣٤٦٣	٣٤٦٨	٣٤٧٢
٢٥		٧٤٦١	٧٤٧٠	٧٤٧٩	٧٤٨٨	٧٤٩٨	٧٠		٢٤٨٧	٢٤٩١	٢٤٩٤	٢٤٩٨	٢٤٠١
٣٠		٧٤٢٨	٧٤٣٦	٧٤٤٥	٧٤٥٣	٧٤٦٢	٧٥		٢٤١٧	٢٤٢٠	٢٤٢٣	٢٤٢٥	٢٤٢٨
٣٥		٦٤٨٨	٦٤٩٦	٦٤٠٤	٦٤١٣	٦٤٢١	٨٠		١٤٤٦	١٤٤٨	١٤٤٩	١٤٥١	١٤٥٣
٤٠		٦٤٤٤	٦٤٥١	٦٤٥٩	٦٤٦٦	٦٤٧٤	٨٥		٠٤٧٣	٠٤٧٤	٠٤٧٥	٠٤٧٦	٠٤٧٧
٤٥		٥٤٩٤	٦٤٠١	٦٤٠٨	٦٤١٥	٦٤٢٢	٩٠		٠٤٠٠	٠٤٠٠	٠٤٠٠	٠٤٠٠	٠٤٠٠

(١١) دقائق في كسر عشري من يوم

يوم	دقائق	يوم	دقائق
٢٠٢١٥	٢١	٢٠٠٠٦	١
٢٠٢٢٢	٢٢	٢٠٠١٣	٢
٢٠٢٢٩	٢٣	٢٠٠٢٠	٣
٢٠٢٣٦	٢٤	٢٠٠٢٧	٤
٢٠٢٤٣	٢٥	٢٠٠٣٤	٥
٢٠٢٥٠	٢٦	٢٠٠٤١	٦
٢٠٢٥٦	٢٧	٢٠٠٤٨	٧
٢٠٢٦٣	٢٨	٢٠٠٥٥	٨
٢٠٢٧٠	٢٩	٢٠٠٦٢	٩
٢٠٢٧٧	٤٠	٢٠٠٦٩	١٠
٢٠٢٨٤	٤١	٢٠٠٧٦	١١
٢٠٢٩١	٤٢	٢٠٠٨٣	١٢
٢٠٢٩٨	٤٣	٢٠٠٩٠	١٣
٢٠٣٠٥	٤٤	٢٠٠٩٧	١٤
٢٠٣١٢	٤٥	٢٠١٠٤	١٥
٢٠٣١٩	٤٦	٢٠١١١	١٦
٢٠٣٢٦	٤٧	٢٠١١٨	١٧
٢٠٣٣٣	٤٨	٢٠١٢٥	١٨
٢٠٣٤٠	٤٩	٢٠١٣١	١٩
٢٠٣٤٧	٥٠	٢٠١٣٨	٢٠
٢٠٣٥٤	٥١	٢٠١٤٥	٢١
٢٠٣٦١	٥٢	٢٠١٥٢	٢٢
٢٠٣٦٨	٥٣	٢٠١٥٩	٢٣
٢٠٣٧٥	٥٤	٢٠١٦٦	٢٤
٢٠٣٨١	٥٥	٢٠١٧٣	٢٥
٢٠٣٨٨	٥٦	٢٠١٨٠	٢٦
٢٠٣٩٥	٥٧	٢٠١٨٧	٢٧
٢٠٤٠٢	٥٨	٢٠١٩٤	٢٨
٢٠٤٠٩	٥٩	٢٠٢٠١	٢٩
٢٠٤١٦	٦٠	٢٠٢٠٨	٣٠

(١٠) ساعات

في كسر عشري من يوم

يوم	ساعات
٢٠٤١٦	١
٢٠٨٢٣	٢
٢١٢٥٠	٣
٢١٦٦٦	٤
٢٢٠٨٣	٥
٢٢٥٠٠	٦
٢٢٩١٦	٧
٢٣٣٣٣	٨
٢٣٧٥٠	٩
٢٤١٦٦	١٠
٢٤٥٨٣	١١
٢٥٠٠٠	١٢
٢٥٤١٦	١٣
٢٥٨٣٣	١٤
٢٦٢٤٩	١٥
٢٦٦٦٦	١٦
٢٧٠٨٣	١٧
٢٧٥٠٠	١٨
٢٧٩١٦	١٩
٢٨٣٣٣	٢٠
٢٨٧٤٩	٢١
٢٩١٦٦	٢٢
٢٩٥٨٣	٢٣
٣٠٠٠٠	٢٤

المجدول الثاني عشر

يوم السنة الموافق اي يوم من اي شهر كان

٢٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٥	
٢٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٥	كانون الثاني
	٥٦	٥١	٤٦	٤١	٣٥	شباط
٨٩	٨٤	٧٩	٧٤	٦٩	٦٤	اذار
١٢٠	١١٥	١١٠	١٠٥	١٠٠	٩٥	نيسان
١٥٠	١٤٥	١٤٠	١٣٥	١٣٠	١٢٥	ايار
١٨١	١٧٦	١٧١	١٦٦	١٦١	١٥٦	حزيران
٢١١	٢٠٦	٢٠١	١٩٦	١٩١	١٨٦	تموز
٢٤٢	٢٣٧	٢٣٢	٢٢٧	٢٢٢	٢١٧	آب
٢٧٣	٢٦٨	٢٦٣	٢٥٨	٢٥٣	٢٤٨	ايلول
٣٠٣	٢٩٨	٢٩٣	٢٨٨	٢٨٣	٢٧٨	تشرين الاول
٣٣٤	٣٢٩	٣٢٤	٣١٩	٣١٤	٣٠٩	تشرين الثاني
٣٦٤	٣٥٩	٣٥٤	٣٤٩	٣٤٤	٣٣٩	كانون الاول

تحت إشراف كيسة بركات يوم من أول أكراف صاعداً

انقضى

والحمد لله دائماً



وكان الفراغ من طبعه لثلاث بقين من شهر آب سنة ١٨٧٤

